Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)



Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica

2

Atena
Editora
Ano 2022

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

2

Atena Editora

Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Gabriel Motomu Teshima
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica 2

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A411 Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica 2 / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0057-8
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.578221603

1. Alimentos. 2. Química. 3. Microbiologia. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 641.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A presente obra ‘’Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica 2’’ publicada no formato *e-book* explana o olhar multidisciplinar da área da ciência e tecnologia de alimentos. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada os estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, os quais transitam nos diversos caminhos da alimentação, saúde e nutrição humana. Em todos esses trabalhos a linha condutora foram relacionados a alimentação, promoção da saúde, avaliações sensoriais de alimentos, caracterização de alimentos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios, controle de qualidade dos alimentos e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos neste volume com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentos, Saúde e seus aspectos. Deste modo a obra ‘’Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica 2’’ se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

EXTRUSÃO DE *GRITS* DE MILHO: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/02/2022

José Arturo Romero Rodríguez
Postgraduate Program in Food Science and Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro
Seropédica, RJ, Brazil

José Luis Ramírez Ascheri
2 Embrapa Food Technology, Food Extrusion and Physical Properties Lab, Avenida das Américas 29501, Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ
CEP 23020-470, Brazil

Artigo que forma parte da Tese do Dr. José Arturo Romero Rodríguez, do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos –PPGCTA, da UFRRJ.

RESUMO: *Grits* de milho é uma matéria prima muito utilizada na elaboração de produtos expandidos elaborados por extrusão. Na atualidade há uma grande variedade de produtos disponíveis originários do milho e outros ingredientes derivados, como *grits*, canjica, fubá, creme de milho entre outros utilizados na indústria alimentaria em geral. Os *snacks* constituem um grande volume da produção que constam na atualidade nas prateleiras dos supermercados. Pelas propriedades de expansão que possuem as partículas de *grits* de milho durante o processo de extrusão, os parâmetros de umidade e temperatura são os fatores mais importantes que merecem estudo na verificação das mudanças físicas e químicas dos expandidos de milho. É bastante conhecido que o milho possui na sua composição carotenoides, sendo um dos objetivos desta revisão na qual trata de diferentes aspectos que envolvem a caracterização dos materiais processados por esta técnica e suas respectivas mudanças por efeitos do processamento térmico. Diversos estudos foram disponibilizados referente a este tema na qual colocamos os principais que se considera que aplicam a nossa proposta de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: processamento, características morfológicas, *grits*, microestrutura, carotenoides, eletroforese.

EXTRUSION COOKING OF CORN GRITS: A REVIEW

ABSTRACT: Corn grits is a raw material widely used in the preparation of expanded products made by extrusion. Currently, there is a wide variety of products available derived from corn grits and other derived ingredients, such as *canjica* cornmeal, corn cream, *fubá* among others used in the general food industry. Snacks constitute a large volume of production that are currently on supermarket shelves. Due to the expansion properties of corn grits particles during the extrusion process, the moisture and temperature parameters are the most important factors that deserve study in verifying the physical and chemical changes of corn-expanded products. It is well known that corn has

carotenoids in its composition, which is one of the objectives of this review in which it deals with different aspects involving the characterization of materials processed by this technique and their respective changes. Several studies were made available regarding this topic in which we put the main ones that are considered to apply to our work proposal.
KEYWORDS: processing, morphological characteristics, grits, microstructure, carotenoids, electrophoresis.

1 I REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos relacionados com a tecnologia de extrusão

A extrusão-cocção de alimentos é um processo de alta temperatura, alta pressão e cisalhamento, com o qual se produz uma grande variedade de produtos para consumo direto em massa, massas pré-cozidas e aditivos alimentares, ração animal, entre outros (**Tabela 1**).

O cozimento por extrusão não é uma operação de unidade única (**Tabela 2**). Sua especificidade é de ampla gama de aplicações, em comparação com outros processos térmicos ou HTST (*High Temperature Short Time*), que dependem (1) do número de etapas de processamento mecânico e térmico que podem ocorrer ao longo do(s) parafuso(s) e cilindro e (2) alto cisalhamento e pressão exercida sobre misturas de alimentos com baixa umidade. A geometria da extrusora, as condições do processo e a composição da mistura de alimentos interagem para gerar várias modificações físicas, químicas e nutricionais dos constituintes dos alimentos (HARPER, 1981; RIAZ, 2009; CAMIRE, 1991). As novas extrusoras de barril longo são equipadas com várias entradas para líquidos e sólidos, e com segmentos de rosca modulares sucessivos, permitindo controle independente de temperatura, pressão, cisalhamento e tempo de residência. As transformações sequenciais são, portanto, possíveis. Embora as mudanças nutricionais sejam de pouca importância em alguns alimentos extrudados, a prevenção ou redução da destruição de nutrientes, junto com as melhorias na digestibilidade do amido ou da proteína, são claramente importantes na maioria das outras aplicações (AREAS, 1992). A extrusão também permite a inativação de vários fatores antinutricionais ou tóxicos, de enzimas oxidativas (lipoxigenase, peroxidase) e outras enzimas de deterioração. O maior grau de preocupação nutricional é alcançado quando a extrusão é usada especificamente para produzir alimentos nutricionalmente balanceados ou enriquecidos (alimentos para desmame, substitutos de carne, rações para animais, alimentos dietéticos) (**Tabela 2**). Pesquisas detalhadas dos efeitos nutricionais do cozimento por extrusão foram publicadas recentemente (RIAZ, 2009).

Nível	Modificações nutricionais	Evitar a destruição de Nutrientes: Aumentar a digestibilidade de amido	Destruição de compostos antinutricionais ou fatores tóxicos	Elaborar alimentos nutricionalmente enriquecidos ou balanceados
Industrial	Farinhas, amidos pré-cozidos, descristalização anidra de açúcar para confeitaria (balas duras), cobertura de chocolate, pré-tratamento de malte para bebidas, estabilização de farelo de arroz, elaboração de gel de gelatina, licores e gomas de mascar.	*Snacks* de milho e batata, coextrudados recheios, pão torrado, pão chato crocante, biscoitos em geral e tipo crackers, cereais matinais, farinhas pré-gelatinizadas, farinha instantânea para tortilhas e bebidas, pudim instantâneo de arroz e transformação da caseína em caseinato.	Farelos de sementes, farinha pré-cozida de soja, inclui soja integral (para enriquecimento de pães, massas).	Ração para animais (bovinos, ração para animais domésticos e peixes de aquário. Alimentos instantâneos não convencionais, mingaus de cereais ou misturas com leguminosas. Texturización de proteínas vegetales (análogos de cane) Alimentos dietéticos (alimentos sem glúten, farelos fortificados).
Desenvolvi-mento	Degerminação de especiarias, encapsulação, geração de agentes de sabor, liquidificação enzimática de amido por fermentação em etanol.	Massas de rápido preparo, pré-tratamento de oleaginosas para extração de óleo, preparação de massas específicas (para armazenamento por congelamento, sem retrogradação durante esfriamento).	Destruição de aflatoxinas ou gossipol nas sementes de algodão, e amendoim. Esterilização de farinha de sangue.	Gelatinização de proteína vegetal (alta umidade), reestruturação de carne picada ou carne desossada mecanicamente (alta umidade), preparação de novos processos estéreis de queijos (alta umidade, alto teor e gordura) e para bebes (alta umidade).

Tabela 1. Aplicações da extrusão termoplástica com ou sem texturização.

Fonte: RIAZ (2009).

Para consumo humano	
Pão ralado (farinha de rosca).	Degerminação de especiarias.
Encapsulamento de sabor.	
Decristalização anidra de açúcares para fazer doces.	Liquefação enzimática de amido para fermentação em etanol.
Concha de chocolate para massas de cozimento rápido.	Tratamento de sementes oleaginosas para posterior extração de óleo.
Malte e amido pré-tratados para fermentação.	Confeitaria de gel de gelatina.
Estabilização do farelo de arroz.	Gelificação de proteínas vegetais.
Preparação de massas pré-cozidas.	Preparação de alimentos esterilizados para bebés (Mingaus e papinhas).
Destruição de parcial aflatoxinas no farelo de amendoim ou gossipol no farelo de algodão.	Eliminação do inibidor de tripsina da soja no uso de rações.
Caramelos, alcaçuz, goma de mascar	Produção de texturizados de pulses.
Petiscos de milho, arroz, sorgo e batata, etc.	Farinhas pré-cozidas de cereais, pseudocereais, grãos em geral e tuberosas.
Snacks coextrudados com recheios internos.	Pão estaladiço, biscoitos, bolachas.
Reestruturação da carne picada.	Modificação de amidos por extrusão reativa.

Pudins de arroz instantâneo.	
Para consumo animal	
Rações para *pet food* (cães, gatos, etc.).	Rações para pecuária (aves, suínos, gado de leite e corte, caprinos, ovinos, etc.)
Rações para aquicultura	Rações para cavalos.
Para uso industrial	
Amidos pré-gelatinizados para indústria têxtil.	Amidos pré-gelatinizados para indústria de mineração.
Amidos pré-gelatinizados para indústria de extração de petróleo.	Fabricação Materiais bioplásticos para e embalagens utensílios (talheres feitos de materiais amiláceos).
Fabricação de papel moeda.	Fabricação de material de embalagem biodegradável (substituição do isopor).

Tabela 2. Principais produtos fatíveis de elaboração pelo processo de extrusão termoplástica.

Adaptado de DOBRASZCZYK et al. (2006).

O equipamento utilizado é uma extrusora, com diferentes configurações (rosca simples, rosca dupla, co-rotacional, cônica, etc.). Composto por um barril ou cilindro, um parafuso, uma matriz, um cortador, um funil de alimentação, um motor e aquecimento do sistema por vapor ou energia. Todo o sistema é acoplado a um computador que registra todos os eventos de engenharia do sistema e permite que sejam controlados manualmente de acordo com as características físico-químicas do produto desejado (**Figura 1**).

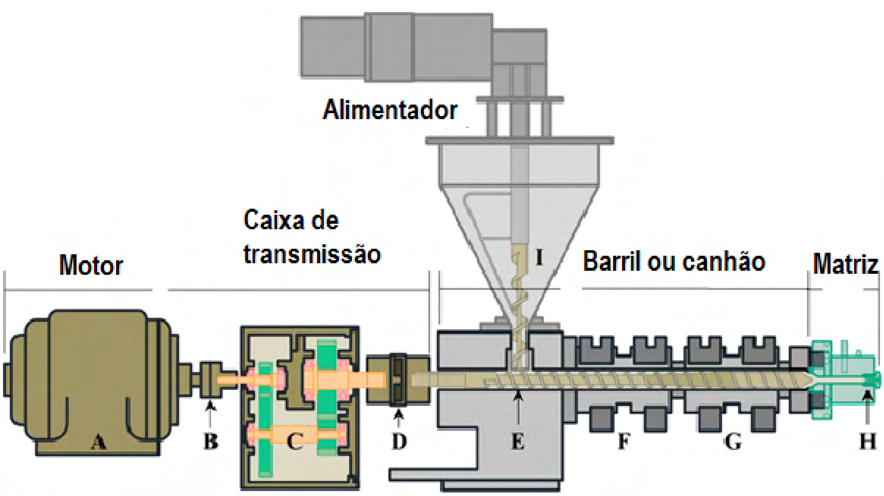


Figura 1. Esquema de uma extrusora de parafuso único. (A) motor, (B) acoplador, (C) caixa de transmissão, (D) acoplamento do(s) parafuso(s); No barril: (E) parafuso(s) da extrusora, (F) primeira zona de aquecimento/refrigeração, (G) segunda zona de aquecimento/refrigeração; (H) matriz circular; (I) sistema de alimentação e parafuso alimentador. Fonte: VARGAS-SOLÓRZANO (2019).

O processo de extrusão é amplamente utilizado na indústria de alimentos expandidos à base de amido ou produtos amiláceos. A crocância constitui um atributo de qualidade e está fortemente relacionado à expansão e microestrutura, que por sua vez é determinada pelos parâmetros usados na extrusão (OWUSU-ANSAH; VAN DE VOORT; STANLEY, 1984).

A extrusão de alimentos amiláceos resulta na gelatinização, destruição parcial ou completa da estrutura cristalina e fragmentação molecular dos polímeros de amido. Durante a extrusão, as estruturas das proteínas são rompidas e alteradas sob alto cisalhamento, pressão e temperatura. A solubilidade da proteína diminui e as reações de reticulação ocorrem possivelmente devido a algumas ligações covalentes formadas em alta temperatura, bem como a desnaturação da proteína e a formação de complexos entre amido e lipídios e entre proteína e lipídios (COLONNA et al., 1983; PÉREZ; BERTOFT, 2010). A formulação do material e os parâmetros do processo de extrusão afetam expansão, formação da nucleação celular e microestrutura resultante, que, por sua vez, controlam as propriedades mecânicas.

Micro tomografia de raios X não invasiva (XMT), em combinação com testes mecânicos realizados permitem compreender as relações complexas que ocorrem durante a fusão do amido na extrusão. O estudo de AGBISIT (2007), forneceu uma visão significativa do mecanismo de deformação das bolhas de ar de amido de milho extrudadas mostrando a microestrutura, incluindo diâmetro médio da célula (2,07 – 6,32 mm), espessura da parede (0,13 – 0,25 mm) e densidade numérica (18 – 146 cm^3). Nesse estudo, a microestrutura teve correlações moderadas a altas, típico de processo na qual há o envolvimento de diversos parâmetros que impactam no produto processado.

1.2 Morfologia do grão de milho

O milho (*Zea mayz* L.) é de grande importância na nutrição humana e animal, consumido nas Américas desde os tempos pré-incas, maias, astecas e na atualidade aplicações industriais diversas, pela disponibilidade de diferentes genótipos principalmente devido à estrutura do grão, como milho pipoca, milho doce, milho duro, semiduro, milho ceroso, glutinosos, etc. Na **Figura 2**, podem ser visualizadas as principais partes do grão de milho, indicando o pericarpo, endosperma amiláceo, as partes do endosperma vítreo, responsável da dureza dos grãos de milho, e também a parte farinácea, que corresponde à uma estrutura menos dura do grão (POMERANZ, 1987).

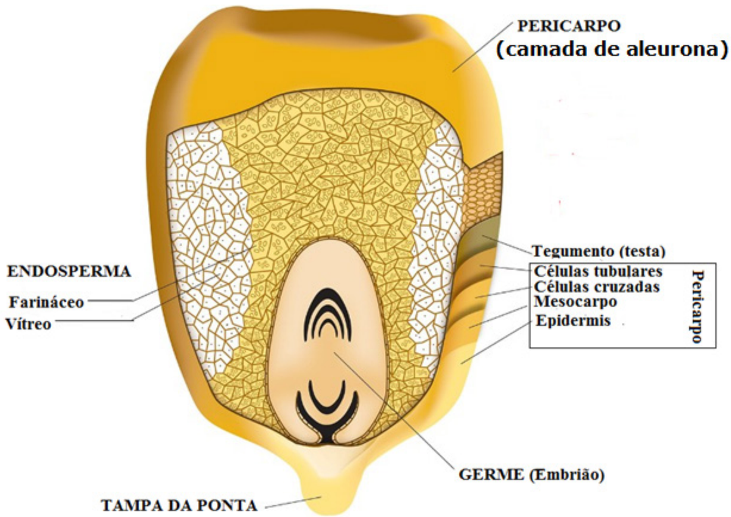


Figura 2. Principais partes da composição estrutural do grão de milho. Fonte: POMERANZ, (1987).

Segundo XU et al. (2019), o endosperma é o componente predominante do grão de milho e geralmente é classificado em endosperma farinhento (mole, opaco ou farináceo) e endosperma vítreo (córnea, dura, pederneira, translúcida ou vítreo). O endosperma farináceo é caracterizado por esférico grânulos de amido e matriz de proteína fina, e o endosperma vítreo tem grânulos de amido poligonais compactados e matriz de proteína espessa Durante a secagem do grão, os fios finos provocam ruptura da matriz proteica, causando bolsas de ar, o que dá ao endosperma farináceo uma aparência de cor branco opaco; no entanto, a matriz de proteína espessa encolhe, mas não provoca ruptura, causando uma estrutura vítrea densa, que dá origem ao endosperma vítreo uma aparência translúcida. Estas são as características que definem o uso dos grãos de milho na indústria. Existem grãos de milho com altos teores lipídicos, outros com altos teores de aminoácidos essenciais específicos, como a lisina (Milho opaco), metionina, triptofano e cisteína. Outros milhos com altos teores de amido, ideais para extração de este importante componente na indústria da maizena, outras variedades com altos teores de lipídios, ideais na obtenção óleos. Outros, grãos possuem, altos teores de amilose (*amylomaize*), ou com altos teores de amilopectina (cerosos) (ASCHERI e GERMANI, 2004).

Na atualidade a produção de *grits* de milho, normalmente são obtidos da moagem previa degerminação de grãos duros e semiduros e mantêm seus pigmentos no endosperma córneo, esterificados em lipídios, proteínas e grânulos de amido (ACOSTA-ESTRADA; GUTIÉRREZ-URIBE; SERNA-SALDIVAR, 2019).

1.3 Endosperma

O endosperma do grão de milho maduro constitui o maior tecido de armazenamento de amido e proteína (PEREZ e BERTOFT, 2010) e influencia suas qualidades e aplicações (XU et al., 2009). É recoberto pela camada de aleurona (rica em proteínas e enzimas alfa-amilases e hidrolases), numerosas células que contêm grânulos de amido, lipídios e pigmentos carotenoides (BEMILLER; WHISTLER, 2009). Da mesma forma, irrigam a periferia do endosperma e do embrião (ROST e LERSTEIN, 1970).

Segundo ROBUTTI et al. (2002), relataram que é importante conhecer a associação entre a qualidade industrial e as propriedades comerciais através do conhecimento adequado das características biofísicas (textura e dureza do endosperma) e bioquímicas (composição proteica e do amido). Esses pesquisadores determinaram que o comportamento dos grãos de endosperma de milho duros processados por extrusão apresentou maior expansão, melhor cozimento e menor consumo de energia.

A textura dos cereais expandidos é definida principalmente pela textura dos *snacks*, que é determinada pelas condições de extrusão e pelo teor de umidade (ROBUTTI et al., 2002; GONZÁLEZ, et al. 2004). Segundo ZHANG (2011), a textura do grão de milho é importante porque influencia as características de transporte e manejo, a suscetibilidade ao bio-deterioro por insetos e fungos, rendimento de *grits* na moagem a seco e consumo de energia no processo. Estas dependem da presença e quantidade dos aminoácidos metionina e cisteína que definem as propriedades de dureza e textura do endosperma do grão de milho maduro (ROBUTTI, 2002).

1.4 Amido

O amido é sintetizado em forma de grânulos nos cloroplastos das folhas, de forma temporal e nos amiloplastos das células do endosperma de armazenagem por tempo longo (PEREZ e BERTOFF, 2010). O amido é um polímero natural, renovável e biodegradável, produzido por muitas plantas como fonte de energia armazenada. Grânulos de amido nativo normalmente têm dimensões que variam de 0,5 para 175 µm e aparecem em uma variedade de formas (**Figura 3**). É composto por dois biopolímeros: amilose e amilopectina. Amilose é um composto linear e polímeros ramificados como a amilopectina composto de α-D-glicose. Amilose tem uma massa molecular de cerca de 10^5 –10^6 g mol^{-1}, enquanto a amilopectina tem uma massa molecular na faixa de 10^7 –10^9 g mol^{-1}. A estrutura linear da amilose é mediante ligações glicosídicas (α - 1-4) e para a amilopectina, uma estrutura linear ramificada, de ligações (α- 1-4) e (β- 1-6) conforme descrito por WANG et al., (2012).

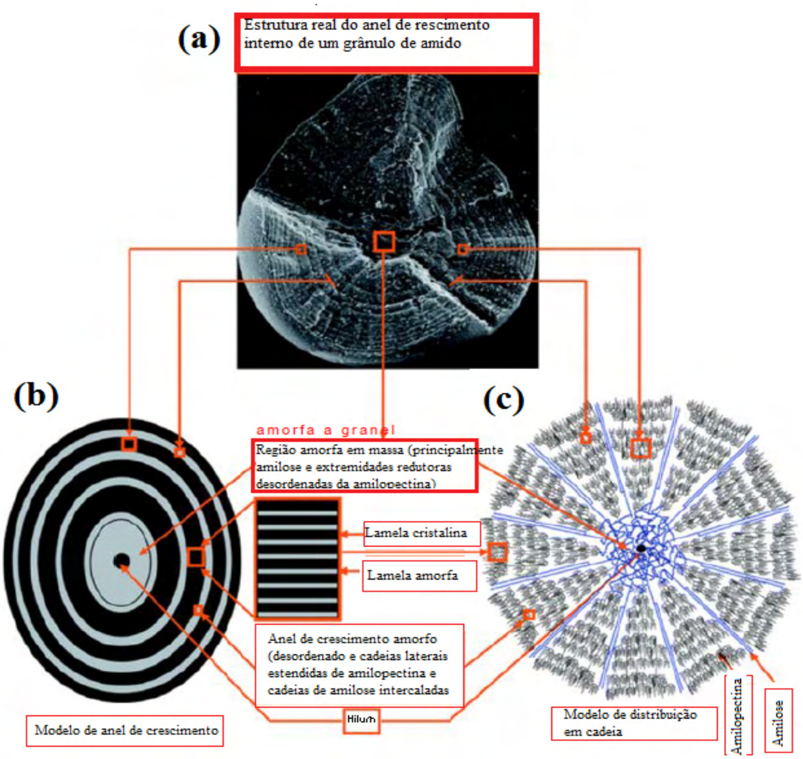


Figura 3. Estrutura interna dos grânulos de amido que consiste em matrizes de amilose e cadeias de amilopectina que se formam a partir de um hilo central. Fonte: WANG, et al., (2012).

De acordo com XIE, HALLEY e AVEROUS (2012), relataram que devido às preocupações ambientais e à escassez de petróleo, o uso de recursos de amido em aplicações não alimentares experimentou um desenvolvimento considerável nas últimas décadas, a fim de encontrar substitutos para os plásticos à base de petróleo. O amido tem vantagens como baixo custo, ampla disponibilidade e compostabilidade total sem resíduos tóxicos, embora também exista problemas na disponibilidade de superfícies agrícolas para arranjar plantas em escala mundial. Usando técnicas de processamento convencionais, como extrusão, o amido granular nativo (também conhecido como amido bruto) pode ser convertido em um estado fundido com a presença de baixo teor de plastificantes, como água e glicerol. Como os primeiros estudos mostraram que o fundido do polímero de amido se comporta, em parte, como um polímero sintético típico, esse material é frequentemente referido como amido termoplástico (ATP) na literatura. O ATP pode ser processado em vários produtos, como folhas/filmes, espumas e outras formas específicas por extrusão, moldagem por injeção, moldagem por compressão e outros processos.

Segundo BIER (2013), informou que um agropolímero termoplástico específico de

interesse aqui é o amido termoplástico (ATP). O amido pode ser convertido em um material termoplástico na presença de plastificantes usando calor e cisalhamento. O benefício do ATP é a sua compostabilidade e custo relativamente baixo em comparação com o material sintético termoplástico. Um problema com o uso do amido é sua alta temperatura de transição vítrea (Tg). A fragilidade também aumenta com o tempo devido ao volume livre, relaxamento e retrogradação. A fim de aumentar a flexibilidade e processabilidade, plastificantes como água, glicol, sorbitol, ureia, amida, açúcares e aminas quaternárias têm sido usadas em ATP. A estabilidade dimensional e propriedades mecânicas do amido termoplástico são altamente dependentes do teor de umidade. Infelizmente, a hidrofilicidade excessiva do amido não é significativamente reduzido por plastificantes de poliol. Em seu estado nativo, o amido é semicristalino (cerca de 20 – 45%) e insolúvel em água (PEREZ e BERTOFT, 2010).

O amido é rico em amilose é geralmente preferido para conversão em ATP conforme a linearidade da amilose melhora a processabilidade do amido, embora esteja presente como um componente secundário (entre 20 e 30% em peso). A proporção de amilose para amilopectina depende de a fonte e idade do amido, e também pode ser influenciada pelo processo de extração, (XIE, HALLEY e AVEROUS, 2012).

1.5 Proteínas

As proteínas de armazenamento em grãos de cereais são prolaminas e glutelinas, com efeito significativo na nutrição humana e animal, bem como em suas propriedades funcionais no processamento de alimentos (BORRAS et al., 2006; SHEWRY e HALFORD, 2002). As prolaminas do grão de milho são conhecidas como zeínas (ESEN, 1986). Elas constituem uma família de zeínas composta por α-zeína, β-zeína, γ-zeína e δ-zeína. São sintetizadas durante o desenvolvimento do endosperma pela membrana ligada aos poli-ribozomas e transportadas para o lúmen do retículo endoplasmático onde são montadas aos corpos proteicos (LENDING e LARKINS, 1989 e DUVICH, 1960). As zeínas constituem o (60 e 70%) do endosperma e são solúveis em soluções alcoólicas e solventes orgânicos (HOLDING e LARKINS, 2005). As prolaminas do grão de milho são deficientes em lisina, triptofano e uma fonte de metionina e cisteína (WANG, 2019).

A qualidade nutricional das zeínas do grão de milho normal maduro é baixa, devido à sua deficiência em lisina e triptofano e sua não digestibilidade em humanos e animais monogástricos (SHEWRY, 2007). Porém, com a descoberta do gene opaco-2, conseguiu-se um aumento de duas a três vezes a quantidade de lisina e uma redução das zeínas, com aumento das globulinas (proteínas de maior valor biológico). O desenvolvimento de uma mistura de farinha de soja desengordurada e farinha opaco (1/3 do custo de um litro de leite), processada por extrusão termoplástica, foi considerada como adequada como alimento complementar para bebês e crianças. Da mesma forma, outras matérias-primas nativas e processamento por extrusão para converter produtos de qualidade em

formulações e posterior comercialização foram viabilizadas (BRESSANI, 2010), incluindo fontes proteicas, como caseína, gérmen de trigo, farelo de soja desengordurada foram adicionadas aos *snacks* à base de milho.

KAUR et al (2019), estudaram a otimização das condições de extrusão para o desenvolvimento de mingau instantâneo à base milho normal e de *Quality Protein Maize* (QPM). O efeito do teor de umidade (14 – 18%), temperatura do barril (125 – 175 °C) e velocidade do parafuso (400 – 550 rpm) nas variáveis dependentes (solubilidade de carboidratos (SC), solubilidade de proteínas (SP), poder de hidratação (PH) e capacidade de absorção no leite (CAL). A umidade de alimentação e a temperatura do barril exibiram efeitos significativos ($p \leq 0{,}01$; $p \leq 0{,}05$) em SP, PH e CAL, enquanto a velocidade do parafuso mostrou um efeito não significativo ($p \leq 0{,}01$; $p \leq 0{,}05$) no PH e SC. O aumento no teor de umidade e na temperatura do barril aumentaram os níveis de SC e SP do mingau de milho com proteína normal e milho QPM. No entanto, o aumento da velocidade do parafuso resulta na diminuição da solubilidade da proteína. As condições ideais de extrusão para milho QPM foram 14,19 – 15,36 % de umidade de alimentação (em base seca), velocidade do parafuso de 411,61 – 466,50 rpm e temperatura do cilindro de 150 ºC. As condições ótimas de extrusão foram 14,02 – 14,17% de umidade de alimentação (em base seca), e temperatura do barril de 171,27 – 173,47 ºC. Velocidade do parafuso de 404,05 rpm. Com base nesses resultados, concluiu-se que o milho normal e milho QPM pode ser extrudado conseguindo-se níveis aceitáveis de expansão para a elaboração de alimentos prontos para consumo (mingaus, *snacks* cereais matinais), com qualidade nutricional. Porém, sabe-se que milho QPM é um híbrido de difícil acesso à área comercial, pois ainda não foram superadas as questões de produção e produtividade.

Tem sido dito que para que os bioplásticos proteicos sejam comercialmente viáveis, eles precisam ser processados usando o equipamento atualmente usado para termoplásticos sintéticos. Bioplásticos proteicos são frequentemente quebradiços e sensíveis no meio aquoso, e superar isso, é uma das forças motrizes por trás da pesquisa em este campo. As propriedades físico-químicas e as condições de processamento são frequentemente governadas pelas propriedades estruturais da proteína e, portanto, também pelas propriedades do material final. (BIER, 2013). Este autor comenta que o comportamento viscoelástico dos polímeros amorfos ou semicristalinos pode ser dividido em regiões, como, (1) vítreos, (2) estados de fluxo semelhante ao couro, (3) borracha e (4) viscosos. A transformação de uma região para outra depende da temperatura do processo, enquanto a temperatura em que cada transição ocorre dependente da estrutura do polímero. O processamento só pode ser feito acima das temperaturas correspondentes ao fluxo de formação de borracha na região. A maioria da literatura sobre bioplásticos proteicos sugere que o processamento seja feito acima do ponto de amolecimento da proteína, o que implicaria em uma temperatura bem acima do Tg. Na **Figura 1.4**, são apresentados os modelos propostos da possível formação estrutural entre complexos

proteicos, amiláceos e lipídicos (BIER, 2013).

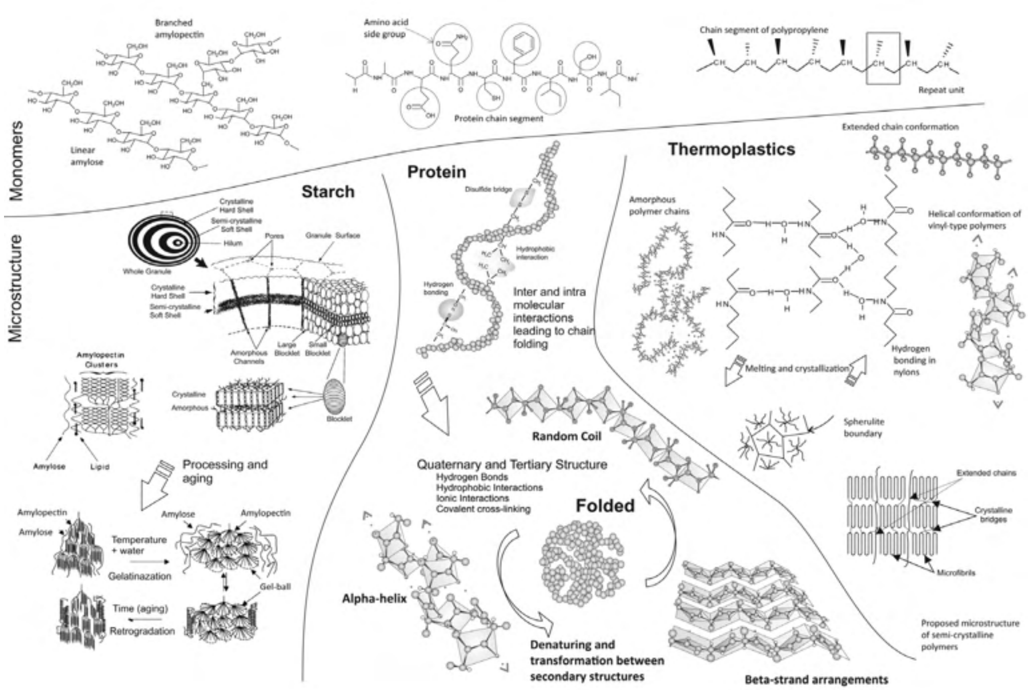


Figura 4. Monômeros e microestrutura de amido, proteínas e exemplos de termoplásticos sintéticos. Fonte: BIER (2013).

Na **Figura 5**, é apresentado um esquema da inter-relação mecanicista entre variáveis independentes, condição de extrusão, propriedades do material e estrutura no processamento de extrusão. Dessa forma, cada material estaria influenciado pelas diferentes circunstâncias que envolvem o processo, assim matérias primas com suas características, parâmetros de processamento e os efeitos que por essas ações resultam em produtos com características peculiares. Segundo STEEL (2012), cada cereal tem uma composição diferente de sua farinha que depende basicamente do nível de componentes não amiláceos, como proteínas e fibras. Por exemplo, as farinhas de milho e arroz são geralmente mais ricas em amido do que a farinha de trigo devido ao menor teor de proteína e fibra. As farinhas de aveia são ricas em óleo e fibra, apresentando o menor teor de amido.

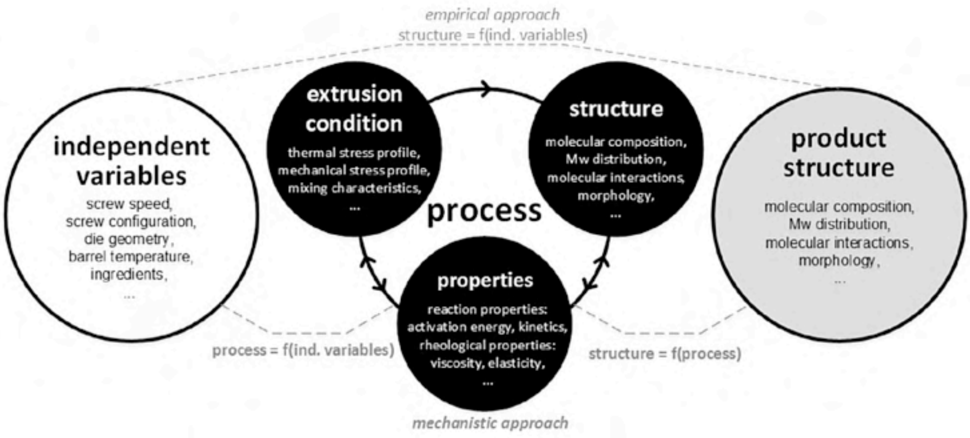


Figura 5. Inter-relação mecanicista entre variáveis independentes, condição de extrusão, propriedades do material e estrutura no processamento de extrusão. Fonte: EMIN e SCHUCHMANN (2017).

Um dos principais desafios durante o processo de extrusão, é a determinação e caracterização de os parâmetros decisivos para as mudanças estruturais pretendidas. A extrusão é um processo contínuo operando em estado dinâmico estacionário de equilíbrio. Na maioria dos estudos, as extrusoras são consideradas caixas pretas, como a influência dos parâmetros do processo na extrusão resultante as condições e seus efeitos nas mudanças estruturais são desconhecidos. Portanto, o controle deste processo e projeto de novos extrudados os produtos ainda se baseiam principalmente em conhecimentos empíricos. A abordagem empírica vincula variáveis de processo independentes (por exemplo, velocidade do parafuso, temperatura do barril, conteúdo de água, ingredientes) até conseguir o final da estrutura e características do produto. Foi demonstrado que o sucesso para muitos produtos alimentícios convencionais, que é atribuído ao manejo adequado dos parâmetros de extrusão para bons resultados. No entanto, não permitem determinar os mecanismos responsáveis pelas mudanças estruturais. Com o aumento da complexidade dos sistemas alimentares, a abordagem empírica convencional geralmente falha em fornecer compreensão fundamental e não é eficiente em encontrar respostas entre o grande número de parâmetros que influenciam a estrutura e funcionalidade do produto alimentar. Além disso, a extensão da gama de produtos e o aumento de escala do processo permanecem muito desafiadores, como a informação obtida é altamente material e máquina dependente (EMIN e SCUCHMANN, 2017).

1.6 Lipídeos

No trabalho de AREAS (2009), foi relatado as interações lipídio-proteína que podem ocorrer como consequência do processo de extrusão, de uma forma semelhante à relatada para interações amido-lipídio. No entanto, essas interações provaram ser benéficas para a extrusão de resíduos com produtos de matadouro, como por exemplo

pulmão bovino. As tentativas iniciais de extrusão de várias proteínas animais residuais das indústrias de carnes e laticínios foram decepcionantes, sendo possível apenas quando a proteína de soja foi adicionada em uma alta porcentagem ao pulmão bovino, por exemplo. Os produtos extrudados finais, em todos os relatórios, eram geralmente mais difíceis de se outorgar alguma qualidade do que os obtidos com proteína de soja e de mais pobre qualidade de textura. A deterioração da sua qualidade sempre foi considerada dependente da quantidade de proteína animal adicionado. A primeira extrusão bem-sucedida de proteína animal pura sem adição de soja foi realizado com proteína que primeiro tinha que ser isolado do tecido e desengordurado com solvente orgânico. Efeitos marcados da interação lipídio-proteína foram observadas após o isolamento da proteína dos tecidos e sua subsequente desengordurante, especialmente em sua capacidade de hidratação e extrusão. Extrusão de proteína pulmonar foi realizado para melhorar a textura e algumas propriedades funcionais dos produtos originais. Como relatado em outros sistemas, estudos realizados com proteínas puras de pulmão desengorduradas com clorofórmio e etanol, que produziram farinhas com dois casos extremos de composição, ou seja, 6,5% de lipídio residual na farinha com o antigo solvente e apenas 0,5% de lipídio residual com o último, mostrou que o conteúdo de lipídio foi decisivo para o tipo de interação entre as proteínas nos extrudados. Por outro lado, SCHWEIZER et al., (1986), relataram o efeito dos lipídios nas propriedades físicas, degradação e formação de complexos de amido em farinha de trigo processados por extrusão e secagem por tambor, verificaram que se aponta para a possibilidade de que complexos de amilose-lipídio, formados após a extrusão e ao passar pelo secador de tambor, diferem daqueles formados durante a gelatinização da farinha nativa em excesso de água ou precipitado com a adição de monoacil lipídeos a soluções de amido. Considerando as condições completamente diferentes que prevalecem nessas várias situações, e, especialmente, o curto tempo disponível para a complexa reforma no final da secagem em tambor e extrusão, tais diferenças são plausíveis.

1.7 Fibra

De acordo com CAMIRE e KING (1991), que estudaram os efeitos de diferentes fontes de fibra dietética no comportamento da proteína durante a extrusão, e é necessária para explicar a redução na lisina disponível e o aparente aumento da solubilidade do nitrogênio. A celulose de algodão e fibra de cotilédone soja usada na substituição de 10% do peso para fubá pareceu ter um impacto mínimo sobre as muitas características físicas dos salgadinhos de milho extrudado. Além disso, uso de isolado proteico de soja na reposição de 15% causou aumento da expansão, cor mais escura e menos sabor estranho. Portanto, níveis mais baixos deste material podem ser usados quando da fabricação de um produto semelhante.

De acordo com YANNIOTIS, PETRAKY e SOUMPASI (2007), estudaram o efeito das fibras de trigo e pectina na expansão radial, porosidade, umidade e dureza do amido

de milho extrudado e verificaram que o grau de expansão do extrudado está relacionado ao tamanho, número e distribuição das células de ar circundadas pela matriz cozida. As fibras reduziram o tamanho das células, provavelmente causando a ruptura prematura das células de gás, o que obviamente reduz a expansão geral. Sabe-se que a taxa de expansão do amido depende principalmente do seu grau de gelatinização. A água está bem estabelecida como um plastificante das regiões amorfas dos grânulos de amido e, além disso, promove a ruptura das ligações de hidrogênio e a formação de novas ligações de hidrogênio entre ela e as cadeias de amido associadas. Quando polissacarídeos não amiláceos, como a pectina, estão presentes, eles têm a capacidade de se hidratar e, consequentemente, competir e restringir o plastificante e, portanto, o processo de gelatinização. Além disso, a pectina, adicionado neste trabalho como componente de fibra, provavelmente aumenta a viscosidade do fundido, tornando assim a expansão radial na saída mais difícil. Portanto, a pectina reduz a expansão radial, aumentando a viscosidade do fundido e reduzindo a disponibilidade de água para o processo de gelatinização. Na conclusão, os autores comentaram que o exame macroscópico e microscópico mostrou que extrudados contendo pectina não mostraram qualquer diferença aparente no tamanho e no número de células em comparação com extrudados de amido de milho sem pectina ou fibra, enquanto em extrudados com fibra de trigo o tamanho das células era obviamente menor e o número de células mais altas. A pectina reduziu a expansão radial e a dureza do amido de milho extrudado e aumentou a porosidade. As fibras interferem com a expansão das bolhas e redução da expansão, tamanho das células e porosidade. As fibras também reduziram o teor de umidade e aumentaram a dureza. A interação entre as fibras e a pectina não deram um efeito estatisticamente significativo em nenhum dos atributos estudados.

No estudo de CHEN et al., (2018), informaram que as propriedades estruturais e físico-químicas de fibra alimentar solúvel (SDF1) e (SDF2), extraídos de pós não extrudados e extrudados, respectivamente, de raiz de lótus foram caracterizadas por MEV, FTIR (*Fourier-transform infrared spectroscopy*), cromatografia gasosa (GC) e análise reológica. A observação do MEV mostrou que o SDF1 tinha uma estrutura escamosa, lisa e brilhante, enquanto o SDF2 tinha uma estrutura granular com forma irregular, que também continha alguns grânulos grandes, com uma estrutura em favo de mel rodeada por pequenas partículas. A análise espectral infravermelha, mostrou que não havia diferença significativa entre SDF1 e SDF2 no pico de absorção, mas algumas pequenas diferenças na intensidade de absorção de alguns picos e forma. A análise por GC mostrou que os monossacarídeos em SDF1 e SDF2 eram compostos de ramnose, arabinose, glicose, manose, xilose e galactose com o principal componente sendo glicose, mas a extrusão aumentou o conteúdo de manose e xilose. A extrusão também pode melhorar significativamente as características de hidratação do SDF, incluindo capacidade de dilatação, capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de óleo e emulsão. As propriedades reológicas do SDF1 e SDF2 foram quase as mesmas e a viscosidade do SDF foi reduzida com o

aumento da temperatura e da taxa de cisalhamento. A adição de cloreto de sódio teve pouco efeito na viscosidade da solução SDF. O estudo reológico dinâmico mostrou que as duas soluções SDF tinham propriedades sólidas semelhantes. Os resultados deste estudo podem facilitar pesquisas futuras sobre a relação estrutura-atividade de SDF e aplicação industrial de extratos de fibra alimentar.

1.8 Carotenoides

De acordo com RIAZ, ASIF e ALI (2009), informaram que dentre as vitaminas lipossolúveis, um possível efeito adverso do processamento de alimentos e rações por meio da extrusão ocorre a destruição das vitaminas. Vitamina A (retinol, palmitato de retinila, retineno, ácido retinóico, vitamina A2 -origem de peixe- e axeroftol). A deficiência de vitamina A é uma das principais causas da cegueira, e esta vitamina também é muito importante para o funcionamento saudável do sistema imunológico. Muitas formas diferentes de vitamina A e pró-vitamina A estão disponíveis para fortificação.

A maioria dos cereais usados para lanches que são criados pelo cozimento por extrusão são deficientes em vitamina A. Em estudos da destruição da vitamina A na mistura milho-soja-amendoim foi de 52,5% durante a extrusão. Porém, apenas 24,9% quando o mesmo material foi fervido por 2 min, quando ao β-caroteno adicionado antes da extrusão, aproximadamente 75% foi destruído, mas quando a vitamina foi alterada com uma solução de álcool a fonte de vitamina A (retinol), vitamina A acetato, ou palmitato de vitamina A, tinha retenções variando de 50 a 90%. A destruição de todas as formas de vitamina A diminuiu conforme a velocidade do parafuso foi aumentada, provavelmente devido ao menor tempo de residência, mostrando que, tempos de residência de extrusão mais longa foram destrutivos para a vitamina A em comparação com o efeito de cisalhamento a uma temperatura de extrusão de 130 °C. Semelhante descobertas foram relatadas por EMIN, MAYER-MIEBACH e SCHUCHMANN (2012), já que o cozimento por extrusão a 180 °C mostrou-se um tratamento mais drástico para o pigmento (β-caroteno) do que o simples aquecimento por um longo período (2 h) na mesma temperatura.

A vitamina A, que é muito instável à oxidação é perdido rapidamente durante o armazenamento porque está mais exposto ao oxigênio do que durante a extrusão (HAPER, 1988). Aumentando a temperatura do barril de 125 a 220 ºC resultou em mais de 50% destruição de todo o β-caroteno trans na farinha de trigo (GUZMAN-TELLO e CHEFTEL, 1990). Segundo PEZZATO (1998), relatou que quando o processo de extrusão é utilizado para a fabricação de rações de peixes pode resultar em perdas de alguns nutrientes, principalmente vitamina A e seu precursor, β-caroteno. O oxigênio e o calor destroem a vitamina A e os carotenoides relacionados. O β-caroteno é um antioxidante e um precursor da vitamina A. β-caroteno é normalmente adicionado aos alimentos para dar cor laranja, mas é instável quando usado, o que requer de atenção para evitar perdas.

Um produto foi feito por HOF (2006) com a extrusão de farinha de arroz fortificado

com vitaminas e minerais, descobriu que a retenção média de vitamina A neste produto experimental foi de 48% para grãos secos e 37% após o cozimento. De acordo com CHARLTON e EWING (2007) essa vitamina é instável à oxidação, luz, umidade, calor, minerais, gordura ácida e rançosa. Na **Tabela 3** são apresentadas as típicas perdas de diferentes vitaminas durante processos térmicos e estocagem. Sendo que o amido e os carotenoides de milho são sintetizados nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos do endosperma, durante o processamento por cozimento por extrusão de produtos expandidos, os carotenoides atuam como fontes de cor e antioxidantes e o endosperma contribui para a expansão, cor e textura. O endosperma é o principal tecido de armazenamento de amido e proteína. É composto por duas frações; endosperma vítreo e endosperma amiláceos (SHAIK et al., 2014), responsáveis pela expansão ocorrida durante o processamento por extrusão. Durante o cozimento por extrusão, a umidade da matéria prima e/ou formulação é o principal fator que afeta as propriedades físico-químicas dos extrudados expandidos de milho (GUJRAL; SINGH; SINGH, 2001). A água facilita a transferência de calor por convecção e em combinação com o perfil de temperatura definido, ambos plastificam o material de alimentação.

A temperatura do material plastificado é aumentada ainda mais com a dissipação da energia mecânica necessária para girar o parafuso (GODAVARTI e KARWE, 1997). Nessas condições, o amido e as proteínas são transformados e fundidos (BRENT et al., 1997). A resistência ao fluxo de fusão através da matriz causa aumento de pressão dentro da extrusora. Com a ação combinada de pressão, temperatura e cisalhamento, os compostos bioativos podem ser liberados ou posteriormente encapsulados com esses principais polímeros, por meio de emaranhamentos moleculares (BAMIDELE e EMMAMBUX, 2020). O processamento por extrusão com baixa umidade causa maior degradação de compostos bioativos (ORTIZ-CRUZ et al., 2020), uma vez que nessas condições mais calor é gerado por forças de cisalhamento e a temperatura do material fundido é elevada a níveis capazes de produzir degradação térmica na última zona da extrusora (BORSARELLI e MERCADANTE, 2009). Além disso, o ar aprisionado no sistema, a partir de poros de ar inter e intragranular, pode aumentar o teor de oxigênio a níveis que favorecem as reações de oxidação de compostos bioativos (MARTY; BERSET, 1990).

Vitaminas	**Minerais/Premix de vitaminas**	**Peletizado a 70 °C**	**Peletizado a 90 °C**	**Extrusão a 80 °C**	**Enlatado**	**Estocagem**
Vitamina A	1% /m	10%	30–40%	30%	Acima de 70%	6–7% /m
Vitamina D	10% /m	15%	35%	25%	–	10% /m
Vitamina E	2% /6 m como acetato	10%	15%	10%	–	–
Vitamina K	34–38% /m	20%	40%	50%	–	50% no componente da ração

Vitamina B1	50% /3 m	15%	50%	50%	Acima 70%	5–20%/m
Vitamina B2	5–40%	10%	15%	20%	–	2–10%/m
Vitamina B6	20% /m	10%	30%	5–25%	3–5%	2–5% /m
Niacina	2–4%/m	5%	10%	10–30%	5%	1–2%
Ácido Pantoténico	1–8%/m	10%	20%	10–20%	–	0–5% /m
Colina	10% /6 m	5%	5%	Low	RNS	3% / 6 m
Ácido fólico	10–40% /m	5–20%	45%	50%	50%	10–50% /m

Tabela 3. Perdas típicas de diferentes vitaminas durante o peletizado e extrusão.

RNS= redução não significativa. m = Mês. Fonte: CHARLTON e EWING (2007).

1.9 Microestrutura de produtos expandidos extrudados de *grits* de milho

O interesse do consumidor em salgadinhos prontos para consumo está crescendo devido à sua conveniência, valor, aparência, sabor e textura atraentes. *Snacks* extrudados à base de cereais são os mais comumente consumidos. Extrusoras podem misturar os diversos ingredientes usados para desenvolver novos salgadinhos. A qualidade do produto final depende das condições de processamento utilizadas durante a extrusão e está inclui a composição das matérias primas, umidade de alimentação, temperatura do barril, velocidade e configuração do parafuso. Além disso, os ingredientes e a formulação desempenham um papel importante no desenvolvimento da textura do produto extrudado e, finalmente, a aceitabilidade do produto para o consumidor. As condições sob as quais o produto é processado determinarão a capacidade de retenção dos compostos funcionais termoláveis, incluindo vitaminas, pigmentos como β-caroteno e compostos voláteis de sabor. Portanto, o processamento deve ser cuidadosamente controlado para otimizar retenção dos componentes funcionais. A maioria dos salgadinhos contém uma alta proporção de milho, arroz, trigo, aveia entre outros cereais ou pseudocereais (quinoa e amaranto) derivados de raízes e tubérculos como fontes de carboidratos podem ser adicionados. (NOR et al., 2013). Nesse sentido, dependendo do material utilizado na formulação, condições de processamento, entre outros fatores, teremos uma grande variedade de texturas e consequentemente microestrutura dos materiais expandidos por extrusão.

No trabalho de OLLETT et.al. (1990), verificou-se as mudanças microestruturais que ocorrem durante o cozimento por extrusão de *grits* de milho usando microscopia óptica e difração de raios-X. A ruptura completa das partículas de *grits* de milho e seus constituintes amiláceos estão relacionados com os efeitos no processo de extrusão, entre eles o torque que provocaram mudanças nos níveis de absorção e solubilidade em água desse material. Essa ruptura também inclui parâmetros umidade de processamento, temperatura do barril e configuração do parafuso. O formato cristalino do tipo E formado pelo complexo amilose-lipídio manifestou-se no intervalo de temperatura de 90-150 °C, onde o *grits* de milho extrudado teve uma baixa taxa de cisalhamento. Na visualização no microscópio ótico

a amostra extrudada a 130 °C visto em baixa ampliação sob luz polarizada, verificou-se duas peças de *grits* de forma triangular onde se mostra a cruz de malta, características de grânulos de amido não gelatinizados.

De acordo com o trabalho de OWUSU-ANSAH, VOORT e STANLEY (1984), as micrografias eletrônicas de varredura de alguns dos extrudados são mostradas na **Figura 6**. Produtos altamente expandidos mostraram estruturas muito porosas com grande número de bolsas de ar. O exame estrutural revelou que a redução da umidade da alimentação era essencial para o desenvolvimento de uma estrutura porosa. A porosidade aumentou com o aumento da expansão e diminuição da resistência à quebra. O padrão de deformação da força foi encontrado para estar relacionado à microestrutura em que produtos altamente porosos mostraram uma série de picos antes da quebra ser concluída (**Figura 6**) e o número de picos produzidos foi relacionado à porosidade (ou seja, o número e distribuição das bolsas de ar) Amostras altamente porosas tiveram uma média de 7,0 ± 1,0 picos em comparação com 3,0 ± 0,5 para extrudados menos porosos. Observações semelhantes foram feitas na literatura (STANLEY e DEMAN, 1978) e foi sugerido que o número de picos está relacionado à microestrutura e pode ser útil como um índice para atributos sensoriais, como a crocância.

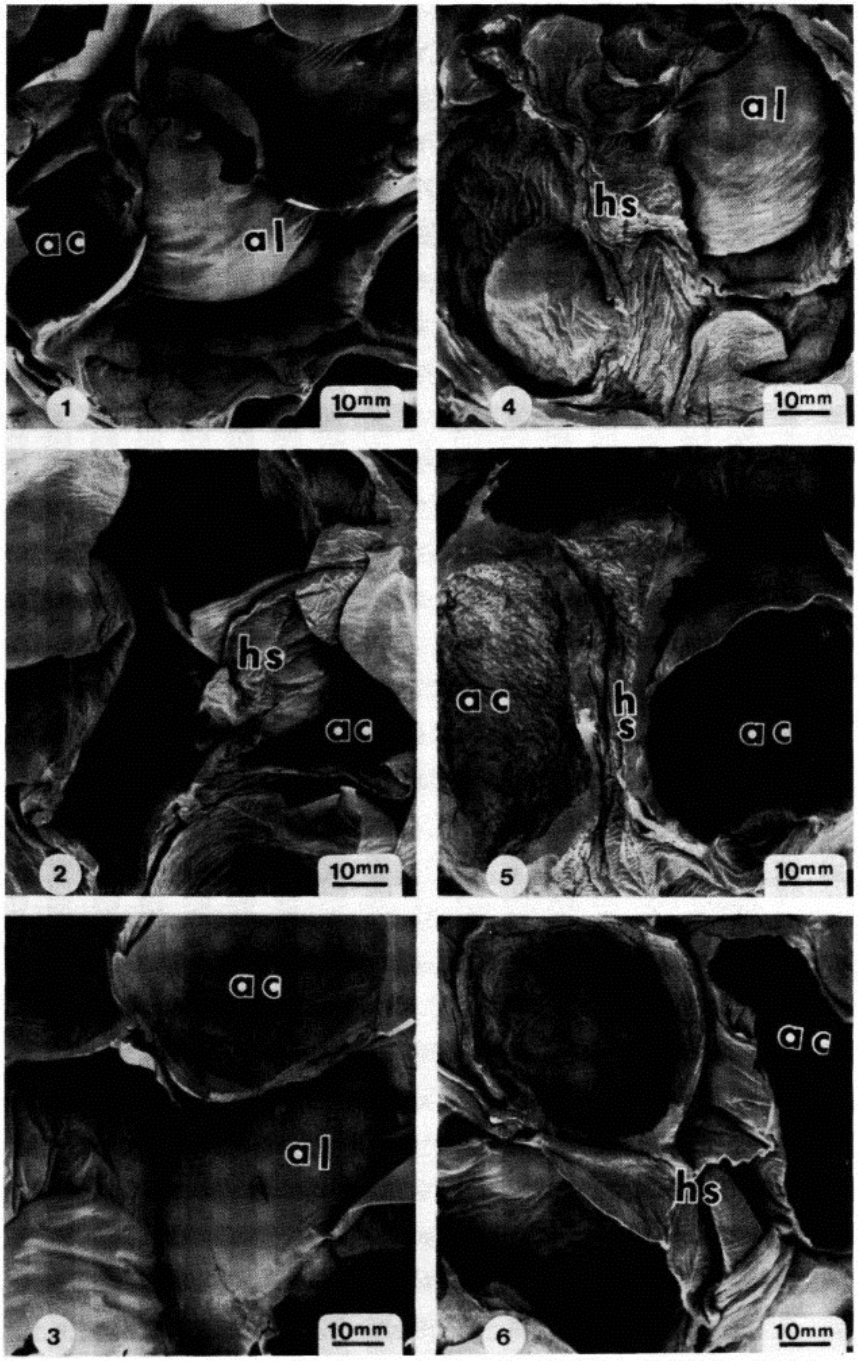


Figura 6. Micrografias eletrônicas de varredura de amido de milho extrudado (seção transversal). As condições de extrusão são apresentadas em termos de temperatura, umidade e velocidade do parafuso com as características estruturais indicadas como cavidades de ar (ac), lóbulo de ar (al) e estruturas endurecidas (hs).

Fonte: OWUSU-ANSAH, VOORT e STANLEY (1984).

Segundo as conclusões do trabalho de LONG, YU e CHRISTIE (2005), o grau de orientação estrutural para materiais à base de amido pode não ser alcançado na mesma medida que os polímeros convencionais, como a poliolefina devido às ligações cruzadas físicas por ligações de hidrogênio e um peso molecular mais alto. A amilopectina gelatinizada forma microestruturas exclusivas: bola de gel e super-globo. A orientação não afeta a taxa de cristalização da amilopectina por causa de estruturas de tipo bola de gel e super-globo. As bolas de gel e super-globo podem ser deformadas sob tensão de cisalhamento, orientados ao longo da direção da extrusão. Contudo, a deformação das bolas de gel e super-globo fez com que as cadeias de polímero dentro do globo se orientem significativamente. A orientação aumentou o módulo e a tensão de escoamento, mas diminuiu o alongamento. O efeito da orientação no módulo, a tensão de escoamento e o alongamento eram dependentes na razão amilose/amilopectina. As diferenças de módulo e elasticidade entre as duas direções são maiores para materiais ricos em amilose; as diferenças de alongamento são maiores para materiais ricos em amilopectina. Quanto maior o teor de amilopectina, menor o alongamento na direção de extrusão transversal. O modelo de bola de gel e super-globo foi usado para explicar a relação entre microestruturas e propriedades mecânicas. O modelo também pode ser usado para explicar outras propriedades à base de materiais amiláceos, como comportamento de processamento e tempo de relaxamento.

Considerando o manifestado por ZHANG et al., (2014), os grânulos de amido nativo são biosinteticamente montados como estruturas semicristalinas, que consistem em estruturas amorfas e regiões cristalinas. Tanto as cadeias de amilose quanto os ramos da amilopectina formam hélices duplas, que por sua vez se associam e formam domínios cristalinos. A aplicação do raio X difração (XRD) no estudo da cristalinidade do amido tem mostraram que existem três padrões de cristais de difração de raios-X em grânulos de amido, nomeadamente tipos A, B e C. Em um tipo A, rede de cristal, as hélices duplas são embaladas em uma antiparalela forma formando uma célula unitária ortorrômbica, resultando em quase uma embalagem fechada hexagonal. Amidos de cereais (arroz, trigo e milho) exibem um padrão tipo A. Em grânulos de tipo B, as hélices duplas também empacotam de maneira antiparalela, mas formam uma célula hexagonal unitária com duas hélices por célula, deixando um canal aberto que é preenchido com moléculas de água. Em contraste em grânulos de amido, tipo A esta coluna de água é substituída por uma dupla hélice. Tubérculos, frutas e amidos de milho com alto teor de amilose (> 40%) exibem um padrão tipo B. O grânulo do tipo C é considerado uma estrutura intermediária dos tipos A e B, observada para amidos de sementes de leguminosas. No padrão DRX, o cristal tipo A, a rede mostra três picos fortes em 5,8; 5,2 e 3,8 Å. Tipo B grânulos mostram um pico em 15,8-16,0 Å, uma ampla intensidade em aproximadamente 5,9 Å, uma linha forte em 5,2 Å, e uma linha dupla de média intensidade em 4,0 e 3,7 Å; o grânulo tipo C é idêntico aos grânulos do tipo A exceto para a adição de uma taxa de crescimento de 2 ºC/min. Tg pode

ser definida como o ponto médio entre o início da queda em o módulo de armazenamento ou picos delta (ZHANG, et al., 2014).

Num outro trabalho, referente à expansão de extrudados, ZHANG & HOSENEY (1998) comentaram que em pequenas diferenças nos conteúdos de proteínas e lipídios do milho os expandidos com propriedades de expansão fracas e boas não foram consideradas responsáveis por suas propriedades de extrusão diferentes. A diferença na distribuição das classes de proteínas entre as duas amostras também era pequena e, portanto, foram consideradas improváveis de ser responsáveis pelas diferenças nas propriedades de extrusão. A farinha de milho que produziu um pellet de milho mal expandido teve um tamanho de partícula maior combinado com um número maior de partículas opacas. Partículas de maior tamanho, por si só causaram, baixa expansão; contudo, a diferença no tamanho das partículas entre o milho bom e o milho ruim os expandidos eram relativamente pequenos e não totalmente responsáveis pela diferença na expansão. O milho ruim também teve um número maior de partículas opacas. Os pequenos vazios no endosperma opaco agem como capilares e diminuem o volume da expansão. Como resultado, menos água tinha disponível para hidratação das partículas vítreas. No tempo limitado disponível para maiores transformações, a plastificação dessas partículas é insuficiente pela presença de água. As partículas não se fundiram durante a extrusão e têm sido retidos do seu estado original no produto final. A presença de partículas vítreas não fundidas resultaram em boa expansão.

1.10 Aspectos relacionados aos parâmetros de extrusão, matéria prima e seus efeitos nos extrudados

- Torque e energia mecânica especifica na extrusão

Uma das determinações para avaliar o processo de extrusão é o torque (Nm) provocado pelo esforço mecânico do material dentro da extrusora. Especialmente importante porque é uma medida do consumo de energia do sistema de extrusão e também permite avaliar parte dos custos de produção. Essas medidas relacionam o trabalho mecânico e as forças de cisalhamento no produto. Quanto maior o valor, maior a energia mecânica de entrada (AHMED, 1999). Dependendo da composição química, tamanho de partícula, formulação proposta no processo, quantidade de umidade adicionada, diâmetro, tamanho e formato da matriz, configuração do parafuso, o torque terá determinado valor. Isto implica, que processar farinha de mandioca por exemplo, que na sua composição possui baixos valores de proteína (cerca de 1,5%) e mínimos teores de lipídios (0,3%), será diferente quanto ao esforço mecânico, que processar farinha de feijão, pois este último possui cerca de 35% de proteína, lipídios cerca de 2%.

Segundo GUERERO et al (2012), em uma operação de extrusão típica, as duas principais fontes de energia associadas à mudança de entalpia do extrudado são a

transferência de calor por convecção entre o barril quente ou frio do material, e a dissipação viscosa da energia mecânica em calor dentro do material (HARPER, 1989, WANG, 2018). A taxa de transferência de calor por convecção é proporcional à quantidade de área de contato entre o barril e o material que flui, enquanto o calor gerado devido à dissipação viscosa é proporcional ao volume do material. As extrusoras de parafuso duplo têm uma capacidade consideravelmente maior de troca de calor do que as extrusoras de parafuso único. Além disso, a direção da rotação do parafuso, o seu formato, a sua configuração e a posição relativa das seções do parafuso minimizam os fluxos de pressão e vazamento. Em uma extrusora de dupla rosca co-rotativa, a dissipação viscosa da energia mecânica predomina, especialmente em baixos teores de umidade, tornando o processo de extrusão altamente eficiente em termos energéticos e de baixo custo. A energia mecânica específica (*EME*) é a quantidade de energia mecânica dissipada como calor no interior do material, expressa por unidade de massa do material. Especificamente, é a entrada de trabalho do motor de acionamento no material sendo extrudado e, portanto, fornece uma boa caracterização do processo de extrusão (GUERRERO et al., 2012).

Segundo HARPER (1989), a extrusão térmica expõe os ingredientes proteicos a alta temperatura, alta pressão e cisalhamento mecânico, o que converte a proteína de soja em uma "fusão" plástica contínua, resultando na desnaturação da proteína e redução da solubilidade. Dentro do processo, as frações solúveis em água da proteína de soja (globulinas 7S e 11S) passam por um complexo padrão de reação de associação-dissociação (CHEFTEL et al., 1986). Um dos efeitos da extrusão é desmontar proteínas e então remontá-las por ligações dissulfeto, ligações de hidrogênio e interações não covalentes formando extrudados de estrutura fibrosa. No entanto, foi demonstrado que o processamento de extrusão de folhas de proteína de soja contendo baixas partes de glicerol resultou em materiais muito quebradiços após a perda de umidade (ZHANG et al., 2001), de modo que o uso de teores de glicerol mais elevados parece ser necessário para tornar as cadeias de proteínas móveis. A quebra de ligações intermoleculares que estabilizam a proteína em sua estrutura primitiva, bem como a orientação e reestruturação das cadeias com a formação de novas ligações intermoleculares, estabiliza a rede tridimensional formada.

- Características do grits e tamanho de partícula

Os produtos extrudados expandidos também são caracterizados pela sua crocância, através da textura instrumental e cor (CARVALHO, et al. 2010). As características sensoriais que são fornecidas pelas propriedades intrínsecas dos grãos de milho normais, cujo endosperma é geralmente composto por aproximadamente 25% de amilose e 75% de amilopectina (SHAIK et al. 2014), fazem com que os extrudados resultantes sejam de excelente aceitabilidade pelos consumidores.

Vários estudos têm reportado que a distribuição do tamanho de partícula tem muita

relação e importância com os resultados de expansão e da sua microestrutura formada com os diferentes parâmetros de manejo no processo de extrusão (SHEVKANI, 2007). Comercialmente são distribuídos *grits* com diferentes perfis granulométricos. Na **Tabela 4** são expostos diferentes tipos de *grits* que são comercializados pela empresa *Milhão Alimentos* (Goiânia, Brasil). Os fabricantes de *snacks* utilizam estes produtos segundo o tipo de expansão e microestrutura esperada para determinado produto (AL-RABADI et al., 2011).

% Retenção nas peneiras (ABNT):	*Snackmix* 200	*Snackmix* 300	*Snackmix* 400
14 (1,410 mm)			Máx. 15,0
16 (1,180 mm)		Máx. 1,0	Máx. 40,0
20 (0,850 mm)	Máx. 2,0	Mín. 60,0	Máx. 40,0
25 (0,710 mm)	20,0-40,0	Máx. 30,0	Máx. 10,0
40 (0,425 mm)	Mín. 50,0	Máx. 10,0	Máx. 2,00
50 (0,300 mm)	Máx. 10,0	Máx. 2,0	Máx. 1,00
Fundo	Máx. 3,0	Máx. 1,0	Máx. 0,00

Tabela 4. Distribuição granulométrica para *Snackmix* 200, 300 e 400 (Milhão Alimentos).

- Microestrutura

O uso da micrografia (MEV) é uma constante na tentativa de verificar mudanças na microestrutura de produtos submetidos a processo térmicos de materiais amiláceos. Diversos trabalhos têm sido apresentados mostrando os efeitos dos parâmetros de extrusão em diferentes cereais, tais como milho, sorgo, trigo, aveia, entre outros (BATTERMAN-AZCONA; LAWTON; HAMAKER, 1999; CHEN et al., 2011; FITCH-VARGAS et al., 2016).

A micrografia da **Figura 7** em MEV apresenta o *grits* de milho cru e expandido do subconjunto de fração de peneira 180. A microestrutura do *grits* de milho crua revelou grandes partículas fraturadas (250x) com as partículas arredondadas menores, possivelmente grânulos de amido intactos liberados durante a moagem, aderindo à superfície (**Figura 7a**). A imagem de superfície com maior ampliação (2500x) mostrou células individuais irregulares (**Figura 7b**) sem evidência de danos à integridade da parede celular. Como resultado da severidade do cisalhamento do amido. A microestrutura de fubá de milho cru (**Figura 7b**) contrasta com o fubá de milho expandido (CARVALHO et al., 2010).

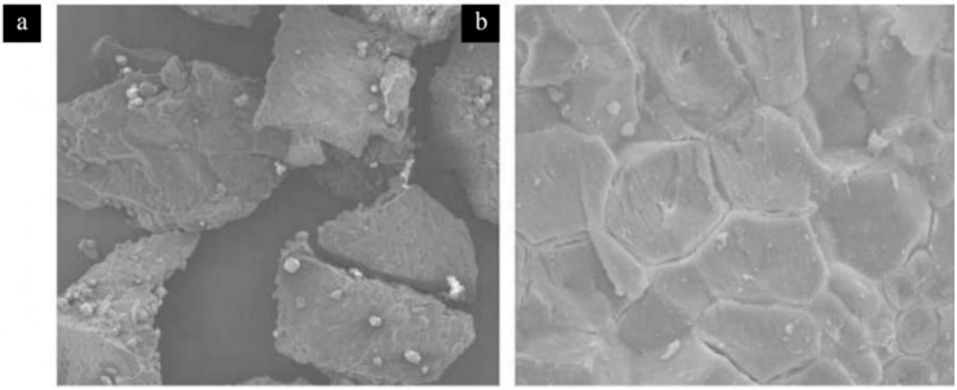


Figura 7. Micrografias eletrônicas de varredura da fração de fubá de milho cru 180: (a) ampliação de 250x e (b) ampliação de 2500x. Fonte: CARVALHO et al. (2010).

1.11 Utilização da eletroforese na identificação e modificação das zeínas de *grits* de milho e extrudado

O milho geralmente contém 8 – 9% de proteína, das quais ~60% são zeínas (HAMAKER B.R. et al., 1995; WONG et al., 2009), a proteína de armazenamento do milho. As zeínas são prolaminas localizadas em organelas esféricas chamadas corpos proteicos com uma região periférica ligada a pontes dissulfeto (LENDING; LARKINS, 1989). Eles são subdivididos em três classes principais, α, β e γ, que diferem no peso molecular, localização dentro dos corpos proteicos e sequência de aminoácidos. α-Zeina, que constitui 75-85% do zeína total, está localizada na porção central do corpo da proteína e é composta por dois polipeptídios de 22.000 e 19.000 (LENDING; LARKINS, 1989). α-Zeína contém grandes quantidades dos aminoácidos glutamina e leucina, bem como outros aminoácidos hidrofóbicos. β-Zeína, que representa 10-15% da zeína, é feito de um polipeptídio rico em metionina 14.000. γ-Zeína, que constitui 5-10% da zeína, é feito de dois polipeptídios ricos em prolina de 27.000 e 16.000. β e γ-Zeínas estão localizados na periferia da proteína (LENDING; LARKINS, 1989) e contêm quantidades menores de leucina e outros aminoácidos hidrofóbicos, e muito mais quantidades de cisteína do que α-zeína. As zeínas tem muitas características baseadas principalmente em sua natureza altamente hidrofóbica. Eles podem formar filmes resistentes à água e são usados de forma limitada industrialmente. Não se sabe como as zeínas influenciam os parâmetros textuais em produtos de cereais matinais ou em outros alimentos processados (BATTERMAN-AZCONA; LAWTON; HAMAKER, 1999).

Na **Figura 8**, apresenta-se os resultados de SDS-PAGE de BATTERMAN-AZCONA et al. (1999), na qual mostras os picos proteicos de farinhas crua e processada. Nesse trabalho os autores concluíram que no processo convencional dos *corn flakes*, os corpos proteicos se apresentavam achatados ou deformados, porém, a maior parte ainda intacta, e as α-zeínas foram apenas parcialmente liberadas. Já para os flocos de milho elaborados por

extrusão, os corpos proteicos foram completamente destruídos e a α-zeína ficou dispersa. Portanto, o processo de extrusão parece ser muito mais severo do que o processo de flocagem por rolos adotado pela indústria de *corn flakes*. O procedimento por *drum drying* não alterou a forma do corpo da proteína, por outro lado, por extrusão, o cisalhamento ou pressão durante o processamento pode fisicamente deformar ou interromper os corpos proteicos causando a liberação de zeína (BATTERMAN-AZCONA; LAWTON; HAMAKER, 1999).

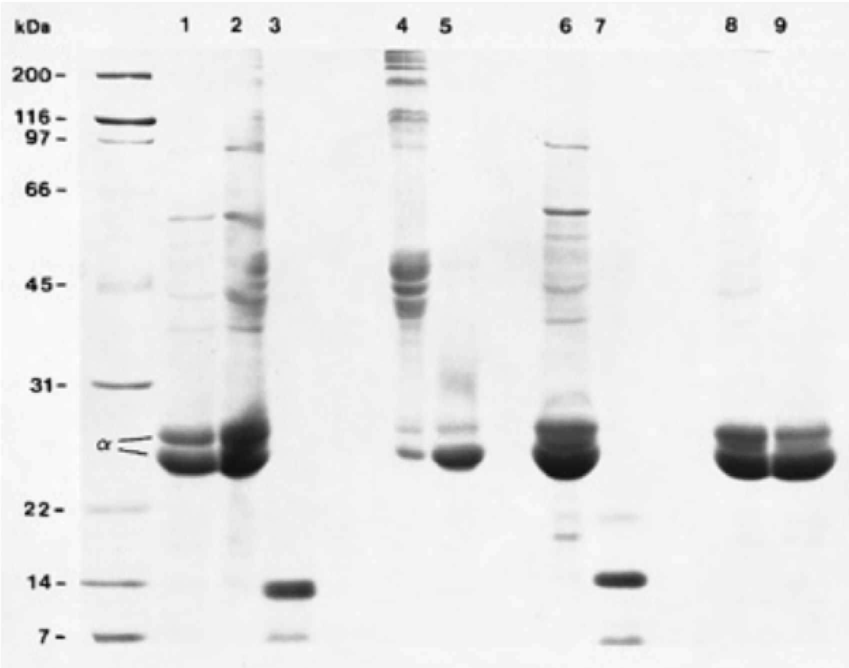


Figura 8. SDS-PAGE dos picos de proteína 1 e 2 obtidos por exclusão de tamanho cromatografia de amostras de farinha de milho não cozida e cozida. Pistas 1 – 5 são amostras não reduzidas; as pistas 6 – 9 são amostras reduzidas. Pistas: 1, milho controle de farinha; 2, pico 1 de crus; 3, pico 2 de crus; 4, pico 1 de cozinhou; 5, pico 2 de cozido; 6, pico 1 de crus; 7, pico 2 de milho cru; 8, pico 1 de milho cozido; 9, pico 2 de amostras de farinha de milho cozida. Fonte: BATTERMAN-AZCONA et al. (1999).

LAWTON (1992), mostrou que misturando zeína isolada, amido de milho, e água a temperaturas > 30 °C, se forma uma massa viscoelásticas contendo uma extensa rede de fibra de proteína semelhante ao trigo.

De acordo com ZACHARIUS et al. (1969), a eletroforese em gel de poliacrilamida provou ser uma excelente ferramenta para a separação de proteínas e glicoproteínas de origem vegetal e animal. Uma série de procedimentos de coloração eficazes estão disponíveis para detectar bandas de proteínas, empregando corante preto no amido, nigrosina, *Coomassie Brilliant Blue e Procion Blue R.S.* Geralmente, alguma modificação

da técnica de ácido periódico-Schiff (PAS) tem sido aplicada à detecção de glicoproteínas após eletroforese em papel, acetato de celulose e géis de acrilamida (ZACHARIUS et al., 1969). De acordo com a **Figura 1.9** pode ser verificado em (a) a posição das α, β-, γ e δ-zeínas, respectivamente, observando-se que α- zeínas, têm duas bandas uma de 19 kDa e outra 22 kDa.

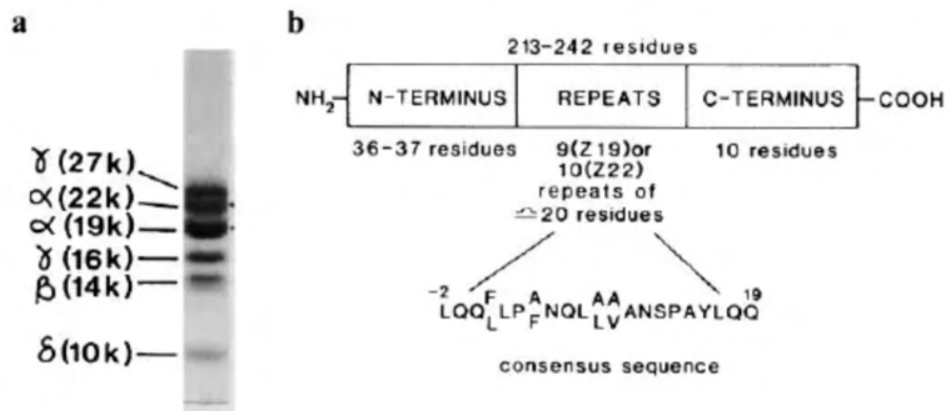


Figura 9. SDS-PAGE unidimensional de zeínas totais de milho. (b) Estruturas esquemáticas do Mr 19000 (Z19) e Mr 22000 (Z22) uma -zeínas de milho. Fonte: SHEWRY e HALFORD (2002).

De acordo com LAEMMLI (1970), usando um método melhorado de eletroforese em gel, muitas proteínas até então desconhecidas foram encontradas no bacteriófago T4 e algumas delas foram identificadas com produtos de genes específicos. Quatro componentes principais da estrutura foram clivados durante o processo de montagem. Aparentemente, depois que as proteínas precursoras se reuniram em alguma grande estrutura intermediária. Mostrando que a metodologia proposta identificaria satisfatoriamente as glicoproteínas.

Extrudados expandidos com base em grãos de milho são geralmente processados na faixa de 13 – 18% de umidade (base úmida). Apesar de haver muitos trabalhos publicados sobre o assunto (GUJRAL; SINGH; SINGH, 2001; ILO; BERGHOFER, 1999), poucos trabalhos estudaram a perda de carotenoides nesta faixa de umidade (CUETO et al., 2017; KAISANGSRI et al., 2016), relacionando-se com as propriedades físicas do extrudado, e considerando apenas o processamento de grãos de milho, como indicadores da qualidade dos produtos extrudados. Em muitos trabalhos recentes, foi enriquecido o milho (amido, grãos ou farinha) com ingredientes ricos em carotenoides (CUETO et al., 2017; KAISANGSRI et al., 2016; ORTAK et al., 2017), ou usado genótipos de milho biofortificado (ORTIZ et al., 2018; ROSALES et al., 2016) para produzir *snacks* extrudados mais saudáveis. Alguns deles avaliaram o efeito combinado de umidade e temperatura (ILO; BERGHOFER, 1999; KAISANGSRI et al., 2016; ORTIZ et al., 2018). Por meio de experimentos de um fator por vez (CHINNASWAMY; HANNA, 1988), relataram curvas de

resposta para umidade de entrada e temperatura de barril, onde uma taxa de expansão máximo para o amido de milho foi alcançado a 12,3% (base úmida) e 140 °C. Portanto, se umidade de entrada e temperatura de barril forem variados simultaneamente dentro de uma região ótima, será possível produzir *snacks* extrudados de milho com características tecnológicas e nutricionais aceitáveis.

2 | CONCLUSÃO

O *grits* de milho constitui uma das mais importantes matérias primas na produção de expandidos dentre os cereais. Dependendo das suas características, sejam de composição, estrutura de grão, variedade, condições pós-colheita, resultarão em produtos de qualidade para elaborar diversos produtos utilizando a extrusão termoplástica. O *grits*, produto do milho degerminado, submetido à moagem e peneiragem, proporciona produtos diferenciados quanto à granulometria, de forma que quando submetidos à extrusão permite a formação de diferentes texturas, segundo a aplicação dos parâmetros de processo. Uma das características importantes do milho e, consequentemente os diferentes tipos de *grits*, é que possui carotenoides, que o diferencia dos outros cereais. Os expandidos resultantes de *grits* de milho quando processados por extrusão estão sujeitos a diferentes parâmetros para alcançar as proporções e/ou graus de cozimento. Essas aplicações, quando extremas, promovem a perda de grande parte dos carotenoides. Nesse sentido, quando as aplicações desses parâmetros tais como, umidade de processamento, temperatura das zonas de aquecimento da extrusora, velocidade do parafuso, entre outros, fossem aplicados de forma otimizada, há uma significativa diferença na melhora da qualidade dos produtos. Ensaios realizados enfatizando propriedades físicas (índice de expansão, cor, absorção e solubilidade em água, viscosidade de pasta, etc., bem como as determinações químicas, carotenoides por HPLC, separação da massa moleculares por eletroforese, corroboram o ocorrido com o material pós extrusão. Observando por um lado, texturas, porosidades do material processado, formação de dextrinas, principalmente quando excede o processo térmico, características sensoriais típicas que fazem destes produtos tenham alta aceitabilidade e qualidade nutricional.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –CAPES; à o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio às pesquisas e manutenção do PPGCTA-UFRRJ, Brasil.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Minor Constituents and Phytochemicals of the Kernel. **Corn: Chemistry and Technology, 3rd Edition**, p. 369–403, 2019.

AGBISIT, R. M. N. **Relationships between material properties and microstructure-mechanical attributes of extruded biopolymeric foams**. [s.l.] Manhattan, Kansas: Kansas State Univ., 2007.

AHMED, Z. S. Physico-chemical, structural and sensory quality of corn-based flax-snack. **Food / Nahrung**, v. 43, p. 253–258, 1999.

AL-RABADI, G. J. et al. Effect of extrusion temperature and pre-extrusion particle size on starch digestion kinetics in barley and sorghum grain extrudates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, n. 3–4, p. 267–279, 2011.

ARÊAS, J. A. G. Extrusion of food proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 32:4, 365-392, 1992.

ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R., Protocolo de qualidade de milho. Rio de Janeiro, Embrapa Aroindústria de Alimentos, 2004. Série Documentos. 23 p.

BAMIDELE, O. P.; EMMAMBUX, M. N. Encapsulation of bioactive compounds by “extrusion” technologies: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–19, 2020.

BATTERMAN-AZCONA, S. J.; LAWTON, J. W.; HAMAKER, B. R. Effect of Specific Mechanical Energy on Protein Bodies and α-Zeins in Corn Flour Extrudates. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 2, p. 316–320, 1999.

BIER, J. M. Structural Changes and Chain Mobility during Processing of Bloodmeal-Based Thermoplastics. A thesis. Doctor of Philosophy in Engineering. The University of Waikato. Hamilton, New Zealand. 2013

BORSARELLI, C. D.; MERCADANTE, A. Z. Thermal and photochemical degradation of carotenoids. In: LANDRUM, J. T. (Ed.). **Carotenoids physical, chemical, and biological functions and properties**. [s.l: s.n.]. p. 229–253.

BRENT, J. L. et al. Thermomechanical Glass Transition of Extruded Cereal Melts. **Journal of Cereal Science**, v. 26, n. 3, p. 301–312, 1997.

BRESSANI, R. (2010). INCAP studies of vegetable proteins for human consumption. **Food and Nutrition Bulletin**, vol. 31, no. 1 © 2010, The United Nations University.

CAMIRE, M. E. e KING, C. C. Protein and Fiber Supplementation Effects on Extruded Cornmeal Snack Quality. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p. 760 -763. 1991.

CARVALHO, C. W. P. et al. Relative effect of particle size on the physical properties of corn meal extrudates: Effect of particle size on the extrusion of corn meal. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 1, p. 103–109, 2010.

CHARLTON, S. J. AND EWING, W. N. The vitamin directory, England: Context Products Ltd. 2007.

CHEFTEL, J. C. (1986). Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chemistry**, v.20, n.4, p.263-283, 1986.

CHEN, P. et al. Internal structures and phase-transitions of starch granules during gelatinization. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 4, p. 1975–1983, 2011.

CHEN, H. et al. Effects of extrusion on structural and physicochemical properties of soluble dietary fiber from nodes of lotus root. **LWT**, v. 93, p. 204-211, 2018.

CHINNASWAMY, R.; HANNA, M. A. Optimum Extrusion-Cooking Conditions for Maximum Expansion of Corn Starch. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 3, p. 834–836, 1988.

COLONNA, P. et al. Flow, mixing and residence time distribution of maize starch within a twin-screw extruder with a longitudinally-split barrel. **Journal of Cereal Science**, v. 1, n. 2, p. 115–125, 1983.

CUETO, M. et al. Carotenoid and color changes in traditionally flaked and extruded products. **Food Chemistry**, v. 229, p. 640–645, 2017.

DOBRASZCZYK, B. J. et al. Baking, Extrusion and Frying. **Food Processing Handbook**, p. 237–290, 2006.

DUVICH, D. N. Proteins granules of maize endosperm cells. **Cereal Chemistry**, v.38, p. 374 - 385. 1961.

EMIN et al. Retention of β-carotene as a model substance for lipophilic phytochemicals during extrusion cooking, **LWT - Food Science and Technology**, V.48, n.2, p. 302-307, 2012.

ESEN, A. Separation of Alcohol-Soluble Proteins (Zeins) from Maize into Three ractions by Differential Solubility. **Plant Physiol**. 80, 623-627, 1986.

FENGWEI, X.; PETER J. H.; LUC A. Rheology to understand and optimize processibility, structures and properties of starch polymeric materials, **Progress in Polymer Science**, v. 37:4, p. 595-623, 2012

FITCH-VARGAS, P. R. et al. Physicochemical and Microstructural Characterization of Corn Starch Edible Films Obtained by a Combination of Extrusion Technology and Casting Technique. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 9, p. E2224–E2232, 2016.

GODAVARTI, S.; KARWE, M. V. Determination of specific mechanical energy distribution on a twin-screw extruder. **Journal of Agricultural and Engineering Research**, v. 67, n. 4, p. 277–287, 1997.

GONZALEZ, R. J., DE GREEF, D. M., TORRES, R. L., BORRAS, F. S., & ROBUTTI, J. Effects of endosperm hardness and extrusion temperature on properties of products obtained with grits from two commercial maize cultivars. **LWT-Food Science and Technology**, 37(2), 193-198. 2004.

GUERRERO et al. Extrusion of soy protein with gelatin and sugars at low moisture content, **Journal of Food Engineering**, v.110, n.1 p., p. 53-59, 2012.

GUJRAL, H. S.; SINGH, N.; SINGH, B. Extrusion behaviour of grits from flint and sweet corn. **Food Chemistry**, v. 74, n. 3, p. 303–308, 2001.

GUZMAN-TELLO, R.; CHEFTEL, J. Colour loss during extrusion cooking of bcarotene-wheat flour mixes as an indicator of the intensity of thermal and oxidative processing. **International Journal of Food Science and Technology**, 25(4), 420e434, 1990.

HAMAKER B.R. et al. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. **Cereal chemistry**, v. 72, n. 6, p. 583–588, 1995.

HARPER J. M. Food Extrusion. J.M. Extrusion of foods, Vol. 1, CRC Press, Boca Raton, FL p. 1-3, 1981.

HARPER, J. M. Effects of extrusion processing on nutrients. In Nutritional Evaluation of Food Processing, 3rd ed., New York, USA: Van Nostrand Reinhold Company. 1988.

HOF, J. Vitamin and mineral retention and sensory evaluation of extruded fortified rice. Theses, Cornell University Library. 2006. http://hdl.handle.net/1813/3934 (website accessed Set, 2021)

ILO, S.; BERGHOFER, E. Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits. **Journal of Food Engineering**, v. 39, n. 1, p. 73–80, 1999.

KAISANGSRI et al. Carrot pomace enhances the expansion and nutritional quality of corn starch extrudates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, p. 391–399, 2016.

KAUR, N.; SINGH, B.; SHARMA, S. Comparison of quality protein maize (QPM) and normal maize with respect to properties of instant porridge, **LWT**, v. 99, p. 291-298, 2019.

LAEMMLI, U. K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. **Nature 1970 227:5259**, v. 227, n. 5259, p. 680–685, 1970.

LAWTON, J. W. Viscoelasticity of zein-starch doughs. **Cereal chemistry**, v. 69, n. 4, p. 351, 1992.

LENDING, C. R.; LARKINS, B. A. Changes in the zein composition of protein bodies during maize endosperm development. **The Plant Cell**, v. 1, n. 10, p. 1011–1023, 1989.

LIU, R. H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, v. 46 p. 207–219, 2007.

MARTY, C.; BERSET, C. Factors Affecting the Thermal Degradation of all-trans-β-Carotene. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, n. 4, p. 1063–1067, 1990.

MILHÃO ALIMENTOS. (https://milhao.net/industria-alimenticia/grits-de-milho-snack 400/). Retirado da web, em 07-07-2021.

NATTAPON et al. Carrot pomace enhances the expansion and nutritional quality of corn starch extrudates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, p. 391–399, 2016.

NOR et al. The Development of Expanded Snack Product Made from Pumpkin Flour-Corn Grits: Effect of Extrusion Conditions and Formulations on Physical Characteristics and Microstructure. **Foods**, v.2, 160-169, 2013.

OLLETT et al. Microstructural changes during the twin-screw extrusion cooking of maize grits, **Carbohydrate Polymers**, v.13, n.1, p. 69-84, 1990.

ORTAK, M. et al. Changes in functional properties and in vitro bioaccessibilities of β-carotene and lutein after extrusion processing. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 11, p. 3543–3551, 2017.

ORTIZ-CRUZ, R. A. et al. Effect of Extrusion Processing Conditions on the Phenolic Compound Content and Antioxidant Capacity of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Bran. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 75, n. 2, p. 252–257, 2020.

ORTIZ, D. et al. Carotenoid Stability during Dry Milling, Storage, and Extrusion Processing of Biofortified Maize Genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 18, p. 4683–4691, 2018.

OWUSU-ANSAH, J.; VAN DE VOORT, F. R.; STANLEY, D. W. Textural and Microstructural Changes in Corn Starch as a Function of Extrusion Variables. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 17, n. 2, p. 65–70, 1984.

PAZNOCHT et al. Carotenoid and color changes in traditionally flaked and extruded products. **Food Chemistry**, v. 229, p. 640–645. 2017.

PÉREZ, S.; BERTOFT, E. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. **Starch - Stärke**, v. 62, n. 8, p. 389–420, 2010.

PETER R. SHEWRY; HALFORD, N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties androle in grain utilization. Journal of Experimental Botany, v. 53, n. 370, **Inorganic Nitrogen Assimilation Special Issue**, pp. 947–958, 2002.

PEZZATO, L. E. Use of extruded feed in fish food. In Advances in Extrusion Technology, Edited by: Chang, Y. K. and Wang, S. 35–40. Lancaster, USA: Tecnomic Publishing. 1998.

POMERANZ, Y. Modern Cereal Science and Technology. New York. Hardcover. 1987.

RIAZ, M. N.; ASIF, M.; ALI, R. Stability of Vitamins during Extrusion. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 49(4), 361–368, 2009.

ROBUTTI, J. et al. Endosperm properties and extrusion cooking behavior of maize cultivars. **LWT - Food Science and Technology**, v. 35, n. 8, p. 663–669, 2002.

ROSALES, A. et al. Effect of Traditional and Extrusion Nixtamalization on Carotenoid Retention in Tortillas Made from Provitamin A Biofortified Maize (Zea mays L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 44, p. 8289–8295, 2016.

ROST, T. L.; LERSTEN, N. R. Transfer aleurone cells in Setaria lutescens (Graminae). **Protoplasma**, 71: 403–408, 1970.

SCHWEIZER et al. Asp, Influence of drum-drying and twin-screw extrusion cooking on wheat carbohydrates, II, effect of lipids on physical properties, degradation and complex formation of starch in wheat flour, **Journal of Cereal Science**, v, 4, n., 3, p. 249-260. 1986.

SHAHNOOR et al. Bioengineering affects cereal grain germination and seedling establishment. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 9, p. 2257–2270, 2014.

SHAIK et al. Starch bioengineering affects cereal grain germination and seedling establishment. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 9, p. 2257–2270, 2014.

SHEWRY, P. R. Improving the protein content and composition of cereal grain. **Journal of Cereal Science**, 46, 239–250, 2007.

SHUJUN et al. New insights on the mechanisn of acid degradation of pea starch. **Carbohydrate Polimers**, 87, p. 1941-1949, 2012.

STANLEY D. W.; DEMAN J. M. Structural and mechanical properties of textured proteins. **Journal Texture Studies**, v. 9, p. 59, 1978.

STEEL et al. Thermoplastic Extrusion in Food Processing. Capítulo 13. In: Thermoplastic Elastomers. Ed. Adel El-Sonbati. IntechOpen Book Series, 2012.

VARGAS-SOLÓRZANO, J. W. **Desenvolvimento de extrudados expandidos à base de cereais integrais**. Departamento de Tenologia de Alimentos [Tese de doutorado]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2019.

WANG, S.; COPELAND, L. Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: a review. **Food & Function**, v. 4, n. 11, p. 1564–1580, 2013.

WONG, J. H. et al. Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm. **Journal of Cereal Science**, v. 49, n. 1, p. 73–82, 2009.

XIE, F.; HALLEY, L. Averous Rheology to understand and optimize processability, structures and properties of starch polymeric materials, **Progress in Polymer Science**, 37, pp. 595-623, 2012.

XU et al. Morphological characteristics of endosperm in different regions of maize kernels with different vitreousness, **Journal of Cereal Science**, V.87, p. 273-279, 2019.

XUA et al. Morphological characteristics of endosperm in different regions of maize kernels with different vitreousness. **Journal of Cereal Science**, 87 p.273-279, 2019.

YANNIOTIS, S. ; PETRAKI, A.; SOUMPASI, E. Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch, **Journal of Food Engineering**, v.80, n. 2, p. 594-599, 2007.

YU, L.; CHRISTIE, G. Microstructure and mechanical properties of orientated thermoplastic starches. **Journal of Materials Science**, v. 40, p.111–116, 2005.

ZACHARIUS, R. M. et al. Glycoprotein staining following electrophoresis on acrylamide gels. **Analytical biochemistry**, v. 30, n. 1, p. 148–152, 1969.

ZHANG, H.; GAO, R.; DONG, S. Anatomical and Physiological Characteristics Associated with Corn Endosperm Texture. **Agronomy Journal**, 103(4), 1258, 2011.

ZHANG, W.; HOSENEY, R. C. Factors Affecting Expansion of Corn Meals with Poor and Good Expansion Properties. **Cereal Chemistry**. 75(5):639-643, 1998.

ZHANG, Y.; REMPEL, C.; LIU, L. Thermoplastic Starch Processing and Characteristics—A. Review, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 54:10, 1353-1370, 2014.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE GELEIA DE MORANGO ADICIONADA DE INGREDIENTES FUNCIONAIS

Data de aceite: 01/02/2022
Data de submissão: 16/01/2022

Carolina Castilho Garcia
Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira
Medianeira, PR, BR
http://lattes.cnpq.br/1221544525735293
ORCID: 0000-0002-4497-2026

Nádia Cristiane Steinmacher
Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira
Independência, Medianeira, PR, BR
http://lattes.cnpq.br/6111413649411101
ORCID: 0000-0003-1122-6083

Gláucia Cristina Moreira
Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira
Independência, Medianeira, PR, BR
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2592421050973340
ORCID: 0000-0003-2111-6216

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores de morango da América do Sul, fruto de elevado valor nutricional. A geleia é um produto desenvolvido para conservar frutas, podendo apresentar alguma funcionalidade, como adição de compostos bioativos. A chia e o hibisco são considerados funcionais, pois contem antioxidantes, vitaminas e fibras. O objetivo do presente trabalho foi elaborar geleia de morango e infusão de hibisco com adição de semente de chia em substituição à pectina. Foram elaboradas cinco formulações de geleia a partir da formulação padrão, F1: 30% de polpa de morango, 20% de infusão de hibisco, 50% de açúcar, 1% de pectina ATM e 0,65% de ácido cítrico – esses últimos em relação à massa do açúcar. As porcentagens de semente de chia utilizadas nas demais formulações foram: 0,5 em F2, 1,0 em F3, 1,5 em F4 e 2,0% em F5. Realizaram-se, em replicata, as seguintes análises físico-químicas: acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis, atividade de água e cor, a fim de verificar se o produto atende a legislação vigente. As formulações enquadraram-se nos parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação. F2 apresentou tonalidade vermelha significativamente maior, enquanto que a formulação padrão, apresentou teor de sólidos solúveis significativamente maior que as demais. Concluiu-se que é possível produzir geleia de morango e hibisco com adição de chia de acordo com os padrões da legislação.
PALAVRAS-CHAVE: conservação de frutas; análise de alimentos; alimentos funcionais.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF STRAWBERRY JELLY ADDED WITH FUNCTIONAL INGREDIENTS

ABSTRACT: Brazil is one of the largest strawberry producers in South America, a fruit of high nutritional value. Jelly is a product developed to preserve fruits, and may have some functionality, such as the addition of bioactive compounds. Chia and hibiscus are considered functional as they contain antioxidants, vitamins and fiber. The

objective of the present work was to elaborate strawberry jam and hibiscus infusion with the addition of chia seed in place of pectin. Five jelly formulations were prepared from the standard formulation, F1: 30% strawberry pulp, 20% hibiscus infusion, 50% sugar, 1% ATM pectin and 0.65% citric acid - the latter in relation to the mass of sugar. The percentages of chia seed used in the other formulations were: 0.5 in F2, 1.0 in F3, 1.5 in F4 and 2.0% in F5. The following physicochemical analyzes were carried out in replicates: titratable acidity, pH, soluble solids content, water activity and color, in order to verify if the product complies with current legislation. The formulations fit the physicochemical parameters required by legislation. F2 showed a significantly higher red value, while the standard formulation showed significantly higher soluble solids content than the others. It was concluded that it is possible to produce strawberry and hibiscus jelly with the addition of chia according to the standards of the legislation.
KEYWORDS: fruit conservation; food analysis; functional foods

1 I INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma cultura pertencente à família Rosaceae. O morango é considerado o principal dentre os pequenos frutos, sendo grande o interesse comercial por essa fruta, visto o mercado diversificado tanto na forma *in natura* como industrializado (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007).

Na América do Sul os principais países produtores de morango são: Brasil, Chile, Peru e Argentina. Os estados que mais se destacam na produção brasileira são: Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná e o Distrito Federal. Quase toda a produção é comercializada no mercado interno (em torno de 90%) (ANTUNES; REISSER JUNIOR; SCHWENGBER, 2016).

Os morangos são amplamente utilizados na produção de produtos processados, como bolos, sucos, iogurtes e geleias, podendo ainda serem consumidos *in natura*.

Segundo Krolow (2005) uma das maneiras de conservar as frutas é produzindo geleias, pois a ação do calor juntamente com a concentração de açúcar auxilia no prolongamento da vida útil do produto. As geleias de morango podem ser elaboradas com frutas frescas, congeladas ou polpa (ANTUNES; REISSER JUNIOR; SCHWENGBER, 2016). De acordo com a legislação vigente no país, considera-se geleia "o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com água e açúcar sendo concentrado até consistência gelatinosa" (BRASIL,1978).

O hibisco é uma flor nativa da África e pertencente ao gênero Hibiscus, que possui mais de 300 espécies diferentes, sendo algumas delas ornamentais e outras comestíveis, as quais podem ser aplicadas em diferentes produtos alimentícios como bolos, biscoitos, chás e geleias (VIZZOTTO; CASTILHO; PEREIRA, 2009). O hibisco tem atraído cada vez mais a atenção de indústrias do setor alimentício e farmacêutico pelo potencial de utilização desse vegetal como matéria-prima, ou como corante natural (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

De acordo com Peiretti e Gai (2009), a chia (*Salvia hispanica* L.) contém elevada quantidade de ácidos graxos, além de proteínas e fibras. Os fatores que contribuem para a utilização da chia estão relacionados com as inúmeras características nutricionais desses grãos, tornando-os alimento aliado da saúde humana (COELHO; SALLAS-MELLADO, 2014). O teor de fibras presente em 100 gramas de chia é de aproximadamente 43 g, e os teores de ácido linolênico resultam em torno de 62,02 g (COELHO; SALLAS-MELLADO, 2014).

A semente de chia contêm fibras e quando imersa em água forma um gel mucilaginoso. A semente apresenta cerca de 5 a 6% de mucilagem (gel) em sua composição (REYES-CAUDILLO et al., 2008), cujo material se trata de um polissacarídeo com alto peso molecular, que é expelido pela semente quando esta entra em contato com a água (CAPITANI et al., 2012). A indústria alimentícia tem utilizado a chia em muitos produtos com o objetivo de melhorar características sensoriais, aumentar valor nutricional e auxiliar na textura (ALI et al., 2012).

Considerando o exposto, o objetivo do presente trabalho foi elaborar geleia de morango e hibisco com adição de semente de chia em substituição à pectina.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados morangos frescos de um produtor da cidade de São Miguel do Iguaçu/PR. As sementes de chia e o açúcar foram adquiridos em comércio local, enquanto que o ácido cítrico e a pectina de alto teor de metoxilação (ATM) foram adquiridos em empresas especializadas.

Os morangos foram adequadamente lavados, higienizados e seus pedúnculos foram retirados. Em seguida, os frutos foram triturados para a extração da polpa.

Preparou-se uma infusão com as flores do hibisco para posteriormente adicionar aos demais ingredientes da formulação da geleia. A quantidade de hibisco utilizada na infusão foi de 20%, valor definido a partir de pré testes realizados.

Em seguida, foram elaboradas cinco formulações de geleia a partir da formulação padrão, F1, que foi elaborada com 30% de polpa de morango, 20% da infusão de hibisco, 50% de açúcar, 1% de pectina ATM (em relação à massa do açúcar) e 0,65% de ácido cítrico (em relação à massa do açúcar). As demais formulações, com a adição da semente de chia em substituição à pectina foram as seguintes: 0,5 em F2, 1,0 em F3, 1,5 em F4 e 2,0% de semente de chia em F5. Em todas estas formulações foram utilizadas 30% de polpa de morango, 20% da infusão de hibisco, 50% de açúcar e 0,65% de ácido cítrico (porcentagem esta em relação à massa do açúcar).

O preparo das geleias foi realizado por cocção com agitação manual constante até atingir 65 °Brix (em torno de 15 min). Para assegurar completa dissolução do açúcar, 90% da quantidade deste ingrediente, as frutas e a infusão de hibisco foram levadas

inicialmente para cocção. Após, o restante do açúcar e a pectina ATM foram adicionados, mantendo a agitação até atingir o teor de sólidos solúveis. O ácido cítrico foi adicionado e homogeneizado ao final da cocção.

Todas as formulações foram elaboradas seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 1997) e o padrão de identidade e qualidade para geleia (BRASIL, 1978).

As formulações de geleias foram caracterizadas por análises físico-químicas realizadas em triplicata: pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, seguindo os procedimentos estabelecidos em Brasil (2005), atividade de água, em equipamento medidor de atividade de água a 25 °C, e medida instrumental da cor, em colorímetro com iluminante padrão D65 e ângulo de 10º do observador, utilizando o sistema de escala de cor L*, a* e b*, com equipamento devidamente calibrado.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas das geleias de morango e hibisco com e sem adição de chia.

	Atividade de água (*Aw*)	**pH**	**Acidez titulável (g ácido cítrico 100 g^{-1})**	**Sólidos Solúveis (º Brix)**
F1	0,78±0,002^{a}	2,89±0,000^{a}	0,94±0,09^{a}	68±00^{a}
F2	0,77±0,011^{a}	2,87±0,011^{a}	0,94±0,06^{a}	66±00^{c}
F3	0,74±0,018^{a}	2,86±0,000^{a}	0,82±0,06^{a}	67±00^{b}
F4	0,77±0,042^{a}	2,88±0,006^{a}	0,91±0,07^{a}	66±00^{c}
F5	0,78±0,001^{a}	2,93±0,006^{a}	0,89±0,05^{a}	67±00^{b}

Tabela 1 – Características físico-químicas das geleias de morango e hibisco com e sem adição de chia.

Dados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1: geleia produzida com pectina industrial; F2, F3, F4 e F5: substituição da pectina por 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% de semente de chia, respectivamente.

Não houve diferença significativa dentre as atividades de água das formulações, como observado na Tabela 1. Os dados obtidos apresentaram variação entre 0,74 a 0,78, valores diferentes dos encontrados por Ruaro (2015) que ao elaborar geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia nas concentrações de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5% encontrou valores de atividade de água que variaram de 0,62 a 0,64.

Em relação ao pH os dados obtidos variaram de 2,86 a 2,93 (Tabela 1) e não houve diferença estatística significativa dentre as formulações. A formação do gel em geleias

comerciais, produzidas com pectina, ocorre em pHs em torno de 3,0 (TORREZAN, 1998). Nesta pesquisa os valores estão abaixo do citado, possivelmente devido à alta acidez do morango e do hibisco, porém, com exceção da formulação controle, as geleias não foram produzidas com pectina. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2017) que ao elaborar geleia de hibisco com adição de mel observaram valores para o pH variando de 2,61 a 2,63. Canesin et al. (2017) ao elaborar geleia de hibisco encontraram resultados de pH entre 2,35 para geleia extra e 2,85 para geleia comum.

A acidez variou de 0,82 a 0,94 (Tabela 1) e não houve diferença significativa dentre as formulações. Ruaro (2015) encontrou resultado similar ao desta pesquisa, porém a adição de 1,5% de mucilagem de chia à geleia de abacaxi resultou em maior acidez do que a que continha 2,0% de chia (0,62 e 0,78 g ácido cítrico/100 g, respectivamente).

O teor de sólidos solúveis exigidos pela legislação para geleia tipo extra, Brasil (1978), é de no mínimo 65°Brix. Logo, a geleia de morango e hibisco com adição de semente de chia se enquadrou nos parâmetros da legislação, pois os teores de sólidos solúveis variaram de 66 a 68°Brix (Tabela 1). A formulação padrão, F1, apresentou o maior teor de sólidos solúveis, diferindo estatisticamente das demais, provavelmente por ser preparada com maior tempo de cocção do que as demais formulações. Carneiro et al. (2012) analisaram geleias de morango e pêssego e encontraram para a geleia de morango teor de sólidos solúveis de 65°Brix, valor abaixo dos encontrados neste trabalho. Já Ferreira (2013) verificou valor de 61,94°Brix para geleia de morango.

Os resultados obtidos para os parâmetros de cor avaliados instrumentalmente podem ser observados na Tabela 2.

Formulações	**L***	**a***	**b***
F1	24,08±0,75[a]	2,59±0,52[a]	6,21±0,27[a]
F2	24,12±1,51[a]	2,72±0,49[a]	6,03±0,52[a]
F3	24,90±1,42[a]	1,35±0,34[b]	5,24±0,46[a]
F4	24,43±1,06[a]	2,25±0,09[a,b]	5,95±0,62[a]
F5	25,67±2,87[a]	1,78±0,55[a, b]	5,28±0,98[a]

Tabela 2 – Parâmetros de cor das formulações de geleia de morango e hibisco com e sem adição de chia.

Dados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1: geleia produzida com pectina industrial; F2, F3, F4 e F5: substituição da pectina por 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% de semente de chia, respectivamente.

Os valores do parâmetro L* variaram de 24,08 a 25,67, não ocorrendo diferença significativa dentre as amostras (Tabela 2). O parâmetro L* indica a claridade das formulações, variando de 0 a 100, do preto ao branco (HARDER, 2005). Portanto, as formulações de geleias produzidas apresentaram-se escuras, sendo a adição da infusão

de hibisco foi possivelmente fator determinante para sua coloração.

O parâmetro de cor a* varia do verde, valores negativos, ao vermelho, valores positivos (HARDER, 2005). As amostras de geleias apresentaram-se vermelhas com a* variando de 1,35 a 2,72 (Tabela 2). As geleias das formulações padrão, F1, e F2 apresentaram os maiores valores de a*, diferindo estatisticamente de F3.

Já o parâmetro b*, que varia do azul, valores negativos, ao amarelo, valores positivos (HARDER, 2005), indicou cor amarela para as formulações, variando de 5,24 a 6,21 (Tabela 2). Para este parâmetro não foram observadas diferenças significativas dentre as formulações.

4 I CONCLUSÃO

O desenvolvimento de geleia de morango e hibisco utilizando a semente de chia como substituta para a pectina demonstrou potencial de aprimoramento e inovação de sabor para este tipo de produto. Todas as formulações de geleia desenvolvidas apresentaram-se de acordo com os padrões físico-químicos da legislação vigente, evidenciando o potencial para seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALI, N.M.; YEAP, S.K.; HO, W.Y.; BEH, B.K.; TAN, S.W.; TAN, S.G. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedicine and Biotechnology,** v.2012, p.1–9, 2012.

ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J.E. (Ed.). **Morangueiro.** Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 589p.

BRASIL – Resolução – Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, CNNPA nº 12, de 1978. **Dispõe sobre Normas Técnicas Especiais relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro**. Diário Oficial da União, Brasília, DF em 24 de julho de 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 326, de 30/07/1997. Aprova o Regulamento Técnico "Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos". Diário Oficial da União, Brasília, DF em 01/08/1997.

CANESIN, R.C.F.S; QUEIROZ, D.C.A; GUISARD, J.B; MARCONDES, J.J. Avaliação e elaboração de geleia de hibisco comestível. **Tecnologia e Ciência Agropecuária,** v.11, n.3, p.69-73, 2017.

CAPITANI, M.I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.M.; TOMÁS, M.C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology,** v.45, n.1, p.94-102, jan. 2012.

CARNEIRO, A.P.G.; COSTA, E.A.; SOARES, D.J.; MOURA, S.M.; CONSTANT, P.B.L. Caracterização físico-química dos frutos in natura e geleias de morango e pêssego, e aspectos de rotulagem do produto ao consumidor. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais,** v.14, n.3, p.295-298, 2012.

COELHO, M.S.; SALLAS-MELLADO. M.M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology,** v. 17, p. 259–268, 2014.

DUARTE FILHO, J; ANTUNES, L.E.C; PÁDUA, J.G. Morango: conquistando novas fronteiras. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, vol. 28, n. 236, p. 20-23, 2007.

FERREIRA, C.Z. Composição de geleias de morango preparadas com açúcar, sucos de frutas ou edulcorantes. 2013. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: https://bdm.unb.br/handle/10483/7898. Acesso em: 18 jul. 2021.

HARDER, M.N.C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana* L.) na alteração de característica de ovos de galinha poedeiras.** 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. doi:10.11606/D.11.2005.tde-06012006-155624. Acesso em: 18 jul. 2021.

KROLOW, A.C.R. **Preparo Artesanal de Geleias e geleiadas.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 29p.

PEIRETTI, P.G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. **Animal Feed Science Technology,** v.148, p.267-275, 2009.

REYES-CAUDILLO, E. et al. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry,** v.107, p.656-663, 2008.

RODRIGUES, A.A.; BARRETO, J.S.; RODRIGUES, M.S.A.; LIMA, R.R.; RAMALHO, T.R.G.; ARAÚJO, A.S. Elaboração e caracterização de geleia de hibisco adicionada de mel de *Apis mellifera*. In: II Evento Técnico científico do Festival do Mel de São José dos Cordeiros, 2017. **Anais...** Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 7, n.2, p.24 - 27, 2017.

RUARO, T.T. Elaboração de geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia (Salvia hispânica). 2015. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5513. Acesso em: 18 jul. 2021.

TORREZAN, Renata. **Manual para a produção de geléias de frutas em escala industrial.** Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1998. 27 p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos, 29).

VIZZOTTO, M.; CASTILHO, P.M; PEREIRA, M.C. **Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante em Cálices de (*Hibiscus Sabdariffa* L.).** Embrapa Clima Temperado, Comunicado Técnico, p. 1-7, 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Hibisco: do uso ornamental ao medicinal. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: https://estagiositiodosherdeiros.blogspot.com/2010/02/hibisco-do-uso-ornamental-ao-medicinal.html Acesso em: 20 de jul. 2021.

CAPÍTULO 3

UTILIZAÇÃO DE PROPÓLIS NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO FRESCO: UMA REVISÃO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS

Data de aceite: 01/02/2022
Data de submissão: 04/02/2022

Lidiane Pinto de Mendonça
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/9354219040024407

Renata Cristina Borges da Silva Macedo
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/9971466479513021

Flávio Estefferson de Oliveira Santana
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6629590386968915

Alcinda Nathallly Nogueira
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6355170196025534

Bárbara Jéssica Pinto Costa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/2011653107939973

Francisco Sérvulo de Oliveira Carvalho
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/0473017545251080

Jeliel Fernandes Lemos
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6873761155539776

Leônia Régia Costa da Silva
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/4531729106913474

Daniela Thaise Fernandes Nacimento da Silva
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/5057062602482366

João Ivysson Assunção Silva
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6027831895739626

Kátia Peres Gramacho
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/6026127342716205

Karoline Mikaelle de Paiva Soares
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/7620263496060645

RESUMO: Objetivou-se relatar o uso de própolis na conservação de queijo frescal através de uma revisão literária. Trata-se de uma revisão de literatura, realizada utilizando bases de dados on-line e plataformas virtuais, a saber PubMed, Scielo e Google Acadêmico, em busca de artigos científicos captados de uma triagem de publicação segundo as palavras-chave “conservantes naturais”, “própolis” e “queijo” e respectivamente traduzidas para o inglês. No rastreamento das publicações foi utilizado o

operador lógico “AND”, de modo a combinar os termos acima citados. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados até 2021, que abordassem os assuntos descritos nas palavras-chave e artigos escritos em língua portuguesa e inglesa. Através da análise dos artigos científicos verificou-se que o queijo frescal é um produto caracterizado com elevada atividade de água e alto teor de nutrientes, devido a isso, a sua conservação é necessária, no entanto, a utilização de conservantes sintéticos demostram grande problema para a saúde humana. Devido a isso, a conservação de queijos por meio de conservantes naturais é promissora para a indústria alimentícia. A própolis consiste em uma série de substâncias resinosas, pegajosas e de consistência viscosa, são coletadas pelas abelhas em certas partes das plantas, sendo hoje definida como um produto antioxidante, como também, atualmente é utilizada como um produto natural no intuito de aumento da imunidade e no controle de microrganismos, mais precisamente na conservação de queijos. Portanto, a utilização da própolis em queijos parece ser uma alternativa no prolongamento da vida de prateleira de queijos.
PALAVRAS-CHAVES: Conservantes naturais, Própolis, Queijos.

USE OF PROPOLIS IN THE PRESERVATION OF FRESH CHEESE: A REVIEW OF SCIENTIFIC STUDIES

ABSTRACT: The objective was to report the use of propolis in the conservation of fresh cheese through a literary review. This is a literature review, carried out using online databases and virtual platforms, namely PubMed, Scielo and Google Scholar, in search of scientific articles captured from a publication screening according to the keywords “natural preservatives” , “propolis” and “queijo” and respectively translated into English. In tracking the publications, the logical operator “AND” was used, in order to combine the terms mentioned above. The following inclusion criteria were considered: articles published until 2021, which addressed the subjects described in the keywords and articles written in Portuguese and English. Through the analysis of scientific articles, it was found that fresh cheese is a product characterized with high water activity and high nutrient content, due to this, its conservation is necessary, however, the use of synthetic preservatives shows a great problem for human health. Due to this, cheese conservation using natural preservatives is promising for the food industry. Propolis consists of a series of resinous substances, sticky and viscous consistency, are collected by bees in certain parts of plants, being today defined as an antioxidant product, but also, currently is used as a natural product in order to increase immunity. and in the control of microorganisms, more precisely in the conservation of cheeses. Therefore, the use of propolis in cheeses seems to be an alternative to prolong the shelf life of cheeses.
KEYWORDS: Natural preservatives, Propolis, Cheese.

1 I INTRODUÇÃO

Dentre os produtos lácteos, o queijo frescal destaca-se pela alta perecibilidade. A elevada atividade de água e riquezas de nutrientes são características intrínsecas que tornam esse tipo de queijo um meio propício a multiplicação de microrganismos indesejáveis (BARBOSA; SIQUEIRA; MATIAS, 2019), que tornam sua vida de prateleira

curta de aproximadamente 20 dias (ABIQ, 2020).

Dessa forma, é importante o estudo contínuo de métodos de conservação para garantia da comercialização de um produto de qualidade, com otimização de vida de prateleira (FEITOSA *et al.*, 2016). A utilização produtos naturais vêm sendo constantemente estudada (SHARIF *et al.*, 2017), principalmente, considerando-se o aumento da demanda por produtos minimamente processados ou alimentos que sejam industrializados e incorporado com substâncias naturais em substituição aos aditivos químicos (AZEVEDO; LEONARDI, 2018). Os conservantes naturais são aditivos utilizados com o objetivo de conservar e/ou minimizar o crescimento microbiano no alimento durante o período de armazenamento, fornecendo o mínimo ou ausência de malefícios a saúde (SHARIF *et al.*, 2017).

Entre essas substâncias naturais, o extrato de própolis tem sido testado em diversos tipos de alimentos, devido ao seu potencial biológico, inclusive antimicrobiano (CORREA *et al.*, 2019). Mundialmente conhecida e utilizada como um fármaco natural pela população, a própolis é produzida pelas abelhas africanizadas *Apis mellifera* a partir de substancias resinosas, associadas a propriedades farmacológicas, nutricionais e microbiológicas (SILVA *et al.*, 2015).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo relatar o uso de própolis na conservação de queijo frescal através de uma revisão literária.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura, realizada utilizando bases de dados on-line e plataformas virtuais, a saber PubMed, Scielo e Google Acadêmico, em busca de artigos científicos captados de uma triagem de publicação segundo as palavras-chave “conservantes naturais”, “própolis” e “queijo” e respectivamente traduzidas para o inglês. No rastreamento das publicações foi utilizado o operador lógico “AND”, de modo a combinar os termos acima citados

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados até 2021, que abordassem os assuntos descritos nas palavras-chave e artigos escritos em língua portuguesa e inglesa. A seleção dos artigos ocorreu em três etapas: 1ª Etapa: leitura dos títulos; 2ª Etapa: leitura dos resumos; 3ª Etapa: leitura na íntegra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Queijo frescal: fabricação e aspectos nutricionais

Consumido há milhares de anos, nota-se a fabricação do queijo há cerca de 8.000 mil anos a.C. Pressupõe-se que o queijo tenha sido acidentalmente descoberto quando o leite era armazenado em recipientes elaborados com estomago de ruminantes, assim, por conter enzimas responsáveis pela coagulação, ocorria o processo fermentativo e

consequentemente o surgimento do queijo. Com a fabricação e surgimento acidental do queijo, esse alimento foi sendo amplamente consumido pelos primórdios, mesmo não sendo de conhecimento claro seus aspectos bioquímicos e microbiológicos (PERRY, 2004). Sendo assim, é a partir do leite, que se obtém o concentrado lácteo constituído por proteínas, carboidratos, lipídeos, sais minerais e vitaminas, com características sensoriais altamente aceitáveis (KOZECHEN, 2014).

Entende-se por queijo frescal, o produto enzimático, não maturado e pronto para consumo após sua fabricação. É um queijo que tem aceitação abrangente, fazendo parte do hábito alimentar dos brasileiros (PEREIRA *et al.*, 2018).

Segundo o Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal, entende-se por queijo minas frescal "o queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas" (BRASIL, 1997). O queijo frescal é um produto não maturado elaborado a partir de leite de vaca pasteurizado, de baixa acidez e de pouca durabilidade. De cor branca, odor suave, forma cilíndrica e pesando entre 0,3 a 5kg, é tradicionalmente brasileiro e um dos mais consumido nessa região, porém, sabe-se que sua origem vem do estado de Minas Gerais (KOZECHEN *et al.*,2014).

O queijo frescal é um dos derivados lácteos mais consumidos no Brasil. Todavia, devido a sua composição, tem grande predisposição a crescimento de micro-organismos, paralelo a isso, há também os fatores como pH, umidade, atividade de água, umidade relativa e temperatura ambiente, que associados elevam as chances de deteriorar esse alimento (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O queijo frescal têm entre 55% a 58% de umidade (classificado como alta umidade), 17% a 19% de gordura, concentração de sal entre 1,4% a 1,6% e pH entre 5,0 a 5,3. Devido sua alta umidade, o queijo frescal se torna bastante perecível, reduzindo sua vida de prateleira mesmo quando refrigerado até 8°C (BRASIL, 1996).

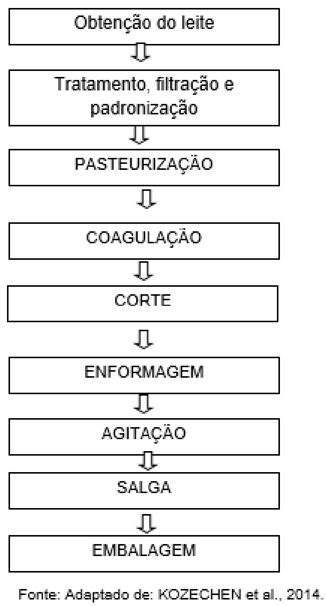
É notória a popularidade desse queijo, por ser um alimento altamente nutritivo. Com baixo teor de sódio e gordura e relevante composição proteica, é excelente na introdução em uma dieta equilibrada (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006). Com isso na literatura é comum a verificação do processo de fabricação do queijo frescal. Kozechen e colaboradores (2014), Silva (2005), Pereira e colaboradores (2018), Castro e colaboradores (2018) e Perry (2004), são alguns dos autores que estudaram o processo da fabricação desse tipo de queijo.

3.2 Processo de fabricação do queijo frescal

A elaboração de queijos depende do tipo que se almeje fabricar. Em se tratando de queijo frescal, o processo de fabricação geral é demostrado na figura 1.

A pasteurização do leite que se destina à fabricação de queijos é fundamental para

várias finalidades, tais como a destruição de micro-organismos deteriorantes prejudiciais à tecnologia de fabricação e à conservação do queijo, além da inativação patogênicos, que podem ocasionar doenças ao consumidor (PERRY, 2004). Nessa etapa, o leite é levado a uma temperatura de 72°C a 75°C por cerca de 15 a 20 segundos e, rapidamente, resfriado (GAVA; DA SILVA; FRIAS, 2008).



Fluxograma 1: Fluxograma das etapas gerais na fabricação de queijo frescal.

Fonte: Adaptado de KOZECHEN et ai., 2014.

Após a pasteurização do leite é necessário que ocorra sua coagulação. O queijo frescal é um produto de massa crua obtido pelo processo de coagulação enzimática. A etapa mais decisiva na fabricação desse queijo é a coagulação, nessa etapa, ocorre a concentração das caseínas do leite por meio da adição de enzimas coagulantes, que podem ser de origem animal e microbiana, são conhecidas popularmente como coalho (ORDONEZ, 2005).

O mecanismo de formação da coalhada do queijo frescal ocorre basicamente em duas fases, onde nestas, há o ataque da enzima na camada externa da caseína (K-caseína) tendo como resultado a liberação da fração proteica insolúvel (caseíno macropepitídeo) que na presença de íons de cálcio se precipitam e ligam-se entre si, formando uma rede tridimensional, mais conhecida como coalhada (ORDONEZ, 2005; FERNANDES, 2013).

Após coagular, a massa passa pelo processo de corte. A massa é cortada por meio de lira metálica higienizada, permitindo-se, assim, a liberação do lactosoro (dessoramento). Essa liberação é importante para que os grãos da coalhada possam se unir de forma

eficiente, dando origem a uma massa mais firme. A massa é agitada por meio de agitação manual ou mecânica e disposta em descanso para sua completa formação (SILVA, 2005).

Em seguida, a enformagem, é realizada dando forma ao queijo, com a utilização de formas específicas com furos para permitir eliminação do soro. O queijo passa então pela etapa da salga, onde tem como objetivo dar sabor e eliminar o crescimento bacteriano (PEREIRA *et al.,* 2018). O método de salga mais utilizado no queijo frescal é a salga seca, onde o sal é aplicado diretamente na massa já enformada (KOZECHEN *et al*., 2014; SILVA, 2005; PEREIRA *et al.,* 2018).

Após todas essas etapas, o queijo deve ser mantido em armazenamento adequado, sob refrigeração, a temperaturas de 2°C a 8°C, visando conservá-lo, aumentando sua estabilidade microbiológica (BRASIL, 1996).

4 I CONSERVANTES NATURAIS: CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE BIOLÓGICA DA PRÓPOLIS

Os conservantes naturais vêm sendo testado em alternativa aos aditivos químicos, dado o aumento na busca por produtos *in natura*, que tragam ao organismo efeitos positivos e/ou menos agressivos, assim, atendendo a essa parcela populacional, a conservação por meio de produtos oriundos de fontes naturais cresce de forma incontestável (AZEVEDO; LEONARDI, 2018).

A prolongação da vida de prateleira com manutenção das qualidades totais do queijo é o objetivo prioritário desse tipo de conservação (PEREIRA *et al.,* 2018). Os conservantes naturais são aditivos utilizados no intuito de conservar e/ou minimizar o crescimento bacteriano no alimento e manter suas características físico-químicas como sabor, textura e aroma, de forma a mantê-lo próprio para consumo (SHARIF *et a*l., 2017).

Os conservantes naturais antimicrobianos são utilizados com o intuito de inibir o crescimento de micro-organismos patogênico e deteriorantes que provoquem algum tipo de deterioração indesejada no queijo. Dentro desses grupos há diversos compostos utilizados como conservantes naturais para inúmeros tipos de produtos alimentícios, principalmente direcionados aos queijos frescos (AZEVEDO; LEONARDI, 2018).

Do grego a palavra própolis significa defesa (pro) e cidade (polis), assim, dentro do ninho das abelhas africanizadas (*Apis melífera)*, esse produto tem a função de amparar a colmeia, protegendo as brechas de tempestades e invasores. A própolis é produzida pelas abelhas a partir de substâncias resinosas coletadas de plantas (broto, flores e exsudatos), cera e pólen, nos quais as abelhas acrescentam a saliva contendo a enzima 13-glicosidase produzidas nas suas glândulas salivares, responsável por hidrolisar os flavonoides glicosilados em agliconas, assim esse produto é utilizado na colmeia para proteção contra insetos mantendo os níveis baixos de microrganismos em seu interior (FERREIRA *et al*., 2017).

A própolis é mundialmente conhecida e utilizada como um fármaco natural por grande parcela populacional. As pesquisas relacionadas ao uso de própolis crescem notoriamente, esses estudos demostram resultados favoráveis *in vitro* e *in vivo* (SILVA *et al*., 2015). Apesar do seu uso ser antigo pelas abelhas, sacerdotes egípcios e gregos, estudos com a própolis são recentes, descobrindo potenciais terapêuticos como ações do tipo analgésica, antimicrobiana, antiparasitária e antifúngica (BREYER; BREYER; CELLA, 2016).

Quando ocorre lesão em uma planta, sua resina escorre para fora no intuito de protegê-la de infecção da ferida que se formou, essa resina é o resultado do metabolismo secundário da planta, no qual as abelhas fazem a coleta e adicionam suas enzimas para proteção final nas colmeias (CASACA, 2010).

De acordo com Brasil (2001), no regulamento técnico de fixação e qualidade da própolis, a própolis é definida como "o produto oriundo de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, coletadas pelas abelhas, de brotos, flores e exudatos de plantas. As abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para a elaboração final da Própolis. Em uma série de substâncias resinosas, pegajosas e de consistência viscosa, são coletadas pelas abelhas em certas partes das plantas, sendo hoje definida como um produto antioxidante (SEGUENI *et al*., 2016). Atualmente é utilizada como um produto natural no intuito de aumento da imunidade e no controle de micro-organismos. Essa utilização se na baseia no fato que na composição da própolis há princípios ativos como compostos fenólicos, terpenóides e flavonoides, antioxidantes que geram benefícios à saúde (CORREA, 2019).

A composição da própolis depende da região que é colhida, da vegetação, do tempo, época do ano e das resinas coletadas (FERREIRA; NEGRI, 2016). Mais de trezentas substâncias já foram identificadas na própolis. Evidenciam os flavonoides (canferol, quercetina, galangina, crisina, pinocembrina, tectocrisina), aldeídos aromáticos (vanilina e isovanilina), cumarinas, ácidos fenólicos (ácido caféico, ácido ferúlico, cinâmico e cumárico), ácidos orgânicos, ácidos e ésteres alifáticos e aromáticos, açúcares, álcoois, ácidos graxos, aminoácidos, esteroides, cetonas, chalconas e diidrochalconas, terpenoides e proteínas (SALGUEIRO; CASTRO, 2016).

Segundo Bankova (2005), a própolis contém componentes químicos, e devido a isto, apresenta atividade antioxidante (Flavonoides, prenilados e ácido p-cumáricos), antitumoral (Prenilados, ácido p-cumáricos, diterpenos e benzofuranos), hepatoprotetora (Prenilados, ácido p-cumáricos, flavonoides e ácido cafeoilquínicos) e antibacteriana (Prenilados, ácido p-cumáricos e diterpenos).

Apesar de todos esses componentes biológicos, sabe-se hoje que os componentes majoritários da própolis são os compostos fenólicos, com destaque para os flavonoides, por serem os principais estudados e também pelas suas atividades biológicas comprovadas. Flavonoides são grupos de compostos naturais de cor amarela, vermelha, azul e/ou incolor, que não são produzidos pelo corpo humano, mas sim, obtidos de vegetais, frutas, legumes,

ervas, mel e própolis, tendo como função antioxidantes e antiflamatórias (FERREIRA *et al.,* 2017). No geral, a própolis é basicamente composta por 50% de resina, 30% de cera, 10% de óleos essenciais, 5% de pólen e o restante de outras substâncias (CASACA, 2010).

Segundo Costa e colaboradores (2014), o Brasil produz cerca de 150 toneladas de própolis ao ano. A própolis é destacada no mercado nacional e internacional de produtos apícolas, sendo que o Brasil é o principal produtor desse produto. A sua comercialização se dar na forma de extrato alcoólico ou aquoso, encapsulado ou mesmo de forma bruta. Esse produto não é só utilizado na saúde humana, é utilizado na medicina veterinária como cicatrizante e no controle de mastite. Na agricultura ela é utilizada como defensivo no tratamento de doenças de algumas espécies de vegetais. Outra forma de comercialização é na indústria de alimentos, sendo inserida na composição de balas e chicletes (BREYER; BREYER; CELLA, 2016).

Tem sido comprovado que esse potente produto tem diversos efeitos biológicos positivos, como sendo anti-inflamatórios, anti-ulcerativa, antibacteriana, anti-oxidantes, anti-tumoral, e imunomodulador, o que favorece a sua utilização em medicina alternativa. O extrato contém grandes quantidades de polifenóis, flavonóides e ácido ascórbico, assim, tem propriedades antioxidantes (BOUFADI *et al.,* 2014).

Inúmeros estudos vêm demostrando que o extrato da própolis tem diversos papéis biológicos. Orsatti e Sforcin (2011, mostraram em sua pesquisa a própolis com atividade analgésico-anestésica. A atividade antialérgica da própolis foi mostrada no estudo de Mehmetn e colaboradores (2016). Boufadi *et al* (2016), comprovou a atividade antibacteriana, Soltani *et a*l (2017), a atividade imunomoduladora e a atividade antiinflamatória na pesquisa de El-Guendouz e colaboradores (2017).

Chaa e colaboradores (2019) estudaram o efeito do extrato de própolis da Argélia na hepatoxicidade induzida pela epirrubicina em ratos. A epirrubicina causa lesão hepática grave. Os resultados desse estudo mostraram que a administração de própolis em ratos expostos à epirrubicina reduziu significativamente a atividade enzimática de Alanina aminotransferase (ALT), Aspartato aminotrasferase (AST) e Fosfatase alcalina (ALP). Isso revela a capacidade da própolis de melhorar a lesão hepática induzida pela quimioterapia (epirrubicina), indicando que a própolis devido seus compostos fenólicos, é eficaz na prevenção de danos no fígado causados pela epirrubicina.

No Brasil cerca de 13 tipos de própolis já foram descobertos. Entre essas evidenciam a própolis verde, própolis vermelha, própolis marrom, própolis preta, própolis amarela e o geoprópolis (LUZ; FRAGA, 2016).

A própolis verde é um complexo encontrado somente no Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo e Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte). Ela é produzida através do alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*), uma planta nativa do cerrado brasileiro (FERREIRA *et al.,* 2017). Seus compostos típicos lhe proporcionam uma cor esverdeada. Componentes como prenilados e derivados do ácido cinâmico, flavonoides,

ácido benzoico, ácidos alifáticos e ésteres, alcanos e terpenoides estão presentes nesse composto. A artepelina C confere a este tipo de própolis inúmeras atividades biológicas (FERREIRA; NEGRI, 2018). É considerável relatar que, a própolis verde possui quantidades baixas de flavonoides, seus componentes maiores são triterpenóides (α- e β-amirinas, D:C-friedoolean-3–ona), ácidos cinâmicos prenilados e ácidos cafeoilquínicos (RIGHI *et al.*, 2013).

Segundo dados de Toreti e colaboradores (2013), a própolis verde contém compostos bioativos como ácido *p*-cumárico e terpenóides que demostram ação antimicrobiana, o ácido cafeico com ação antiviral e anti-inflamatório, o flavonoide chrisina que age como um antifúngico, a artepilina C com função antitumoral e antioxidante. A própolis verde poderia ter vantagens em comparação aos demais grupos, por conter potenciais alternativos diferenciados, como a presença de artepelin C (ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico), esse composto tem atividade frente a *Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa, Enterococcus faecalis, Escherichia coli e Staphylococcus aureus* (ZEPEDA, 2012).

4.1 Aplicação da própolis em queijos

Uma pesquisa realizada no Egito avaliou o uso da própolis contra *Aspergillus* na superfície queijos durante seu amadurecimento, com isso, os autores concluíram que a própolis pôde prevenir o crescimento de mofo (ALY; ELEWA, 2007). Correa e colaboradores (2019) analisaram o efeito do extrato da própolis verde frente a microrganismos isolados de queijo tipo Gorgonzola e concluíram que esse uso tem viabilidade como conservante de queijos.

Castro e colaboradores (2018) analisaram a incorporação do extrato de própolis âmbar na massa de queijo frescal padrão maturado segundo seus aspectos microbiológicos (coliformes termotolerantes, contagem de bolores e leveduras e *Salmonella sp.*) Com isso, observaram que durante o período de maturação houve ausência de crescimento microbiano. Sendo viável a utilização desse conservante natural para esse tipo de queijo.

Mendonça (2020) fabricou um queijo tipo frescal incorporado com extrato de própolis e verificou sua influência nas propriedades físico químicas, microbiologias, aspecto visual e na aceitação sensorial. Os queijos tratados não apresentaram diferenças estatísticas em relação a análise sensorial. A adição de 15% de extrato de própolis controlou a contaminação microbiana nas amostras analisadas. Os parâmetros físico-químicos se mantiveram estáveis durante nove dias de análise de vida útil. Verificou-se que em aspectos visuais, a adição de extrato de própolis não interferiu negativamente quando analisada a olho nu.

A incorporação de substâncias naturais em queijo também promove outros benefícios, entre eles, pode-se destacar a agregação do valor nutricional, é o caso da adição de própolis, que devido suas substâncias bioativas como prenilados e derivados do ácido cinâmico, flavonoides, ácido benzoico, ácidos alifáticos e ésteres, alcanos e

terpenoides e artepelina C, (RIGHI *et al.,* 2013) o torna um alimento com um alto teor de nutrientes, sendo denominado como alimento funcional. O queijo incorporado com a própolis acaba sendo uma proposta promissora em uma atualidade onde os consumidores procuram constantemente por alimentos que forneçam auxílio para prevenção, promoção e/ou manutenção da saúde (GALO *et al*., 2018).

Por ter compostos com atividade biológica comprovada, é relevante a introdução da própolis na dieta da população, assim, sua adição em um alimento que faça parte do hábito alimentar, como é o caso do queijo, pode contribuir para uma alimentação equilibrada, com alto teor de compostos bioativos que promovem benéficos a saúde humana (CHAA *et al.,* 2019). Foi assim que Turkez, Yousef e Geyikoglu (2010) concluíram em sua pesquisa, relatando que a própolis pode ter influência positiva na saúde. Os autores avaliaram ratos com genotoxicidade e hepatoxicidade induzida por alumínio no fígado, avaliando o número de hepatócitos micronucleados, os níveis de enzimas séricas e alterações histológicas. Os pesquisadores relataram que a própolis modulou significativamente os efeitos tóxico do alumínio, tendo ação contra danos genéticos e hepáticos induzido pelo alumínio em fígado de ratos.

Semelhantemente, Shapla e colaboradores (2018) contribuem relatando que a própolis poderia ser utilizada como terapia contra doenças gastrointestinais como câncer gástrico e lifomas desenvolvida por *Helicobacter pylori,* uma bactéria bastante agressiva encontrada no estômago de humanos. Segundo os autores, a própolis poderia atuar como fator antiangiogênico, anti-inflamatório e antioxidante, trazendo benefícios significativos a saúde humana.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que os microrganismos apresentam um grave problema de saúde pública, por mostrarem características como rápida multiplicação e possibilidade de gerar doenças transmitidas por alimentos. Assim, alternativas que levem ao seu controle, é essencial na indústria de alimentos. Em relação a isso, a própolis devido aos seus compostos biológicos mostra-se com grande potencial de conservação em produtos lácteos.

Os resultados mostraram que a utilização da própolis parece ser uma alternativa no prolongamento da vida de prateleira de queijos.

REFERÊNCIAS

ABIQ - Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. **Produção de leite**. Disponível em :<http://www.abiq.com.br/default.asp>. Acesso em: jan. 2020.

AZEVEDO, B.M.; LEONARDI, J.G. Métodos de Conservação de Alimentos. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, p. 51-61, 2018.

BANKOVA, V. Recent trends and importante developments in própolis reseach. **eCam**. Bulgária, v. 2, p. 29-32, 2005.

BOUFADI, Y.M.; SOUBHYE, J.; RIAZI, A. ROUSSEAU, A.; VANHAEVERBEEK, M.; NÈVE, J.; BOUDJELTIA, K. Z.; VAN ANTWERPEN, P. Characterization and antioxidant properties of six Algerian propolis extracts: ethyl acetate extracts inhibit myeloperoxidase activity. **Int. J. Mol. Sci**., v. 15, p. 2327-2345, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº30 de 07 de agosto de 2013. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 07 ago. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite**. Instrução Normativa 51, 18/09/02. Brasília: Ministério da Agricultura, 2002.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n0 146, de março de 1996. Regulamento Técnico de identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União,** Brasília, 11 mar. 1996.

BRASIL. Portaria nº352 de 04 de setembro de 1997. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo minas frescal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 08 set. 1997.

BREYER, H. F. E.; BREYER, E. D. H.; CELLA, I. PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DA PRÓPOLIS. **Epagri**. n. 31. Florianópolis, 2016.

CASACA, J. D. MANUAL DE PRODUÇÃO DE PÓLEN E PRÓPOLIS**. Federação Nacional dos Apicultores de Portugal**. n. 10-15. Lisboa, 2010.

CHAA, S.; BOUFADI, M.Y.; KEDDARI, S.; BENCHAIB, A.H.; SOUBHYE, J.; ANTWERPEN, P.V.; RIAZI, A. Chemical composition of propolis extract and its effects on epirubicin-induced hepatotoxicity in rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 29, p. 294-300, 2019.

CORREA, F. T.; SOUZA, A.; C.; SOUZA, E.; A.; J.; ISIDORO, S.; R.; PICCOLI, R.; H.; DIAS, D.; R.; ABREU, L.; R. Effect of Brazilian green propolis on microorganism contaminants of surface of Gorgonzola-type cheese. **Journal of Food Science and Technology**. v. 56, p 1978–1987, 2019.

COSTA, A. S. et al. Levantamento dos estudos com a própolis produzida no estado da Bahia. ***Sitientibus* série Ciências Biológicas**, n. 13. 2014.

EL-GUENDOUZ, S.; AL-WAILI, N.; AZZA, S.; ELAMINE, Y.; ZIZI, S.; AL WAILI, T.; LYOUSSI, B. Antioxidant and diuretic activity of co-administration of *Capparis spinosa* honey and propolis in comparison to furosemide Asian Pac. **J. Trop. Med**., v. 10, p. 974-980, 2017.

FEITOSA, S. B.; BORGES, M.P.; DE PAULA, P.A.; BARBOSA, M.S.; BRAGA, C.A.B.; CARNEIRO, L.C. CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO QUEIJO MINAS FRESCAL COMERCIALIZADO EM FEIRAS LIVRES. **Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde.** v.3, n. 01: Agosto-Dezembro 2016. ISSN: 2447 9330.

FERNANDES, J. Produção de queijo: origem dos coalhos. **Agrotec.** Portugal. n. 101-102, ed. 8, 2013.

FERREIRA, J.M.; SILVA, C.C.F.; SALATINO, A.; NEGRI, G.; MESSAGE, D. New propolis type fromnorth-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. **J Sci Food Agric.** v. 97, p.3552–3558, 2017.

GALO, G. T.; LIMA, A.C. S.; MACGADO, K. M.; VIEIRA, L. B.; MARTINS, V. C.; FERREIRA, N. L.; LUCARINE, A. C. Estudo da extração da quercetina a partir da cebola roxa (allium ceppa l.) e seu uso como conservante alimentar natural. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**. vol. 04, n. 01, 2018.

GAVA, A. J.; DA SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel. n. 102, ed. 2, 2008.

GRACINDO, A. P. A. C.; PEREIRA, G. F. **Produzindo leite de alta qualidade.** In: VII circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar. Natal: EMPARN, v. 4 p. 36, 2010.

HARAGUCHI, F.K.; ABREU, W.C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. Rev. Nutr. vol.19 no.4 Campinas July/Aug. 2006.

HASLER, B.; GEORGE, M.; ROESEL, K.; FORNACE, K.; ELTHOLTH, M.; SIKIRA, A.; KURWIJILA, L.; RUSHTON, J.; GRACE, D. Using participatory rural appraisal to investigate food production, nutrition and safety in the Tanzanian dairy value chain. **Global Food Security,** v. 20, p. 122-13, 2019.

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Pesquisa Trimestral de leite**, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html>. Acesso em 07 de jan. de 2022.

KOZECHEN, A. A.; DA SILVA, V. L.; DE OLIVEIRA, G. D.; ULLER, C. M. **Processo de Fabricação do Queijo Minas Frescal**. VIII encontro de engenharia de produção agroindustrial. 2014.

LIMA, C.D.L.C.; LIMA, L.A.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; FERREIRA, E.G.; ROSA, C.A. Bactérias do ácido láctico e leveduras associadas com o queijo-de-minas artesanal produzido na região da Serra do Salitre, Minas Gerais. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. vol.61 no.1 Belo Horizonte Feb. 2009.

LUZ, M. N. C.; FRAGA, E. G. S. **Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de própolis vermelha frente ao *propionibacterium acnes*.** Mostra Científica da Farmácia, 10, 2016, Quixadá. Anais... Quixadá: Centro Universitário Católica de Quixadá, 2016.

MEHMETN, M.D. Y.; YASEMIN, M.D. Y.; KARAMAN, M.D.H.; SAGIT, M.D M.; SILICI, P. D. S.; OZCAN, M.D. I. Effects of propolis in an experimental rat model of allergicrhinitis. **American J. Otolaryngology**. v. 37, p. 287-293, 2016.

MENDONÇA, Lidiane Pinto de et al. **Fabricação de queijo frescal incorporado com extrato de própolis e sua influência na aceitação sensorial e nas propriedades qualitativas.** 2020.

MUTTON, M.J.R. Green and brown propolis: efficient natural biocides for the control of bacterial contamination of alcoholic fermentation of distilled beverage. **Food science technology**. v. 34, p. 767-773, 2014.

NOGUEIRA, S. A.; SANTOS, D. C.; INÁCIO, M. C. P.; REZENDE, R. M.; CARVALHO, A. F. S.; CASTRO, G. A. C.; FREITAS, A. S. Utilização de Própolis Verde na Cicatrização de Lesões Cutâneas em Ratos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. n. 2-5, v. 16, 2018.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ALMEIDA, F. L.C.; FEITOSA, B. F. F.; FEITOSA, R. M. Caracterização de queijos artesanais comercializados em municípios do Ceará. **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 55-62. 2018.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed. p.105, 2005.

ORSATTI, C. L.; SFORCIN, J. M. Propolis immunomodulatory activity on TLR-2 and TLR-4 expression by chronically stressed mice. **Nat. Prod. Res.**, v. 1, pp. 1-8, 2011.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. ***Revista Scielo.*** p. 293-300, v. 27, n. 2. São Paulo, 2004.

RIGHI, A. A.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Comparative chemistry of propolis from eight Brazilian localities. **Evidence-based Complementary and Alternative medicine**. p. 1-14, 2013.

SALEH, M. M.; VARGAS, D. F. M.; BASTOS, I. S.; BAPTISTA, R. F.; COSTA, A. P.; KASNOWSKIVI, M. C.; FRANCO, R. M. Avaliação microbiológica de queijo Minas Frescal comercializado no município de Duque de Caxias/RJ. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.13, n.1, p. 78 – 88, 2019.

SALGUEIRO, F. B.; CASTRO, S. R. Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. **Quim. Nova**, v. 39, n. 10, p. 1192-1199, 2016.

SEGUENI, N.; ZELLAGUI, A.; MOUSSAOUI, F.; LAHOUEL M.; RHOUATI, S. Flavonoids from Algerian própolis. **Arabian J. Chem**., v.9, p. 425-428, 2016.

SHAPLA, U. M.; RAIHAN, J.; ISLAM, A./ ALAM, F.; SOLAMAN, N.; GAN, S. H.; HOSSEN, H.; KHALIL, I. Propolis: The future therapy against *Helicobacter pylori*-mediated gastrointestinal diseases. **Journal of Applied Biomedicine.** vol. 16, p. 81-99, May 2018.

SHARIF, Z. I. M.; MUSTAPHA, F. A.; JAI, J.; YUSOF, M. N.; ZAKI, N. A. M. Review on Methods for Preservation and Natural Preservatives for Extending the Food Longevity. **Chemical Engineering Research Bulletin**, v. 19, p. 145-153, 2017.

SILVA, A.C.C.; RICARTE, F.S.; MACHADO, A.V.; COSTA, R. O. Sensibilidade de Agentes Bacterianos Patogênicos Frente à Ação Antibacteriana da Própolis. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v.5, p. 07-13, 2015.

SILVA, F. T. ***Queijo minas frescal.***1°Ed. Brasília: Embrapa, 2005, p. 14.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Manual técnico, 3º Ed. Santa Maria: Editora UFSM, p. 208, 2008.

TURKEZ, H.; YOUSEF, M. I.; GEYIKOGLU, F. Propolis prevents aluminium-induced genetic and hepatic damages in rat liver. **Food and Chemical Toxicology**. **vol. 48,** p. 2741-2746. 2010.

URUSHISAKI, T.; TAKEMURA, T.; TAZAWA, S.; FUKUOKA, M.; HOSOKAWA-MUTO, J.; ARAKI, Y.; KUWATA, K (2011). Caffeoylquinic acids are major constituents with potent anti-influenza effects in Brazilian green propolis water extract. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. 2011.

ZEPEDA, R. Seasonal effect on chemical composition and biological activities of sonoran própolis. **Food chemistry**, n. 131, p. 645-651, 2012.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM INDÚSTRIA BENEFICIADORA DE AÇAÍ DO MUNICÍPIO DE CASTANHAL-PA

Data de aceite: 01/02/2022
Data de submissão: 02/01/2022

Maria Deyonara Lima da Silva
Belém-PA
http://lattes.cnpq.br/5874600920921878

Sandra Bruna Souza de Oliveira
Castanhal-PA
http://lattes.cnpq.br/6756219833350891

Adriene Evelyn Matos Souza
Belém-PA
http://lattes.cnpq.br/9701172094364070

Bruna Larissa do Espirito Santo Sousa
Belém-PA
http://lattes.cnpq.br/0834821409586440

Julie Stephany Socorro da Silva Campos
Castanhal-Pa
http://lattes.cnpq.br/1749046381881141

RESUMO - O açaí é considerado um alimento de alto valor nutricional, no entanto é igualmente perecível e de fácil deterioração pela elevada carga microbiana inicial além do risco de contaminação cruzada pelas condições dos equipamentos, manipuladores, ambiente de processamento tornando-se perigoso para os consumidores e por isso são definidos uma série de procedimentos preventivos e corretivos a fim de assegurar a qualidade higiênico sanitário do alimento. Algumas ferramentas são essências para alcançar a inocuidade do alimento como as BPF e POPs. O objetivo do trabalho foi avaliar a conformidade da fábrica de açaí utilizando como instrumento um *check list* de acordo com a RDC n°275/2002, onde existem três grupos classificados de acordo com a adequação do estabelecimento: grupo I (76% a 100%), grupo II (51 a 75%), grupo III (0 a 50%) de conformidade com a legislação. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente em programa Excel Microsoft Windows. A fábrica encontra-se de acordo com a legislação enquadrando-se no grupo I. Porém, mesmo estando em um patamar de'bom" estabelecimento, notou-se durante o *checklist* algumas desconformidades, principalmente nas áreas de instalações, edificações e saúde dos manipuladores. Estes pontos foram tratados em posterior devolutiva à indústria, onde obteve-se boa aceitação.

PALAVRAS-CHAVE: *Ckecklist*. Segurança alimentar. Procedimentos Operacionais Padronizados. Açaí.

EVALUATION OF GOOD MANUFACTURING PRACTICES IN AÇAÍ BENEFICIATION INDUSTRY IN THE MUNICIPALITY OF CASTANHAL-PA

ABSTRACT - Açaí is considered a food of high nutritional value, however it is equally perishable and easily deteriorated due to the high initial microbial load, in addition to the risk of cross contamination due to the conditions of equipment, handlers, processing environment, making it dangerous for consumers and for this reason, a series of preventive and corrective procedures are defined in order to ensure the hygienic and

sanitary quality of the food. Some tools are essential to achieve food safety, such as GMP and POPs. The objective of this work was to evaluate the conformity of the açaí factory using as instrument a *checklist* according to RDC n°275/2002, where there are three groups classified according to the adequacy of the establishment: group I (76% to 100%), group II (51 to 75%), group III (0 to 50%) in compliance with legislation. The data obtained were statistically treated in an Excel Microsoft Windows program. The factory is in compliance with the legislation and falls into group I. However, even though it is at a level of 'good' establishment, some nonconformities were noted during the *checklist,* especially in the areas of facilities, buildings and health of handlers . These points were dealt with in a subsequent feedback to the industry, where good acceptance was obtained.
KEYWORDS: *Checklist.* Food safety. Standardized Operating Procedures. Açaí.

1 | INTRODUÇÃO

O açaí tem se destacado como fruto de grande potencial mercadológico princilpalmente devido ao seu valor nutricional, já que é rico em α-tocoferol (vitamina E), fibras, minerais (manganês, cobre, boro, cálcio, magnésio, potássio e cromo) e antocianinas, as quais possuem função antioxidante, assegurando melhor circulação sanguínea apresentando efeitos satisfatórios nos níveis de glicemia e pressão arterial, além de modular o metabolismo lipídico, protegendo o organismo contra o acúmulo de placas de depósito de lipídios, causadores de aterosclerose (ETO et al., 2010; CEDRIM et al., 2018).

No entanto, o açaí é altamente perecível e de fácil deterioração. Em temperatura ambiente, sua durabilidade é de poucas horas e, sob refrigeração, o tempo máximo de conservação é de 12 horas (ALEXANDRE et al., 2004). Além da alta carga microbiana inicial dos frutos, a polpa de açaí pode ser contaminada por microbiota proveniente das condições higiênicos sanitárias dos equipamentos, ambiente de processamento e dos manipuladores, tornando-se um perigo à saúde do consumidor (FARIA et al., 2012).

Segundo Tondo e Bartz (2011), a saúde humana pode ser afetada pela ingestão de alimentos contaminados por microorganismos, substâncias químicas e físicas, dado a gravidade, muitos países vêm buscando soluções para diminuir e prevenir doenças transmitidas por alimentos (DTAS). Ainda assim, ocorre um número inaceitável de doenças, o que demonstra que o controle destes contaminantes na produção de alimentos deve ser aprimorado.

A Secretaria de Vigilância e Saúde (SVS, 2008), através de dados publicados entre 1999 a 2008, relatou que foram registrados 6062 surtos de DTAs envolvendo 117.330 pessoas doentes e 64 óbitos. Estes dados evidenciam a carência da aplicação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) no processamento de alimentos.

As Boas Práticas de Fabricação, pela legislação, são definidas como a conformidade de uma série de procedimentos que devem ser adotados por serviços de alimentação, a fim de garantir a segurança e qualidade dos alimentos. São obrigatórias pela legislação brasileira, para todas as indústrias e estabelecimentos alimentícios e estão pautados nas

Portarias nº.1428/93, nº.326/97, nº.368/97, Portaria CVS nº.6/99 e nas Resoluções da Direção Colegiada. Estudos constataram que grande proporção dosetor ainda não aplicou os procedimentos de Boas Práticas de Fabricação (BPF), obrigatórios segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004; BRASIL, 2002).

A higiene do manipulador e tudo o que entra em contato com o alimento, segundo Ferreira, Sandra (2006) em estudo sobre a “Contaminação de alimentos ocasionada por manipuladores”, deve ser muito rígida e é de extrema importância para a produção segura e inocuidade do produto final. Além da preocupação com a segurança alimentar, algumas empresas estão buscando a implantação das BPF devido à competitividade, melhoria contínua, e exigência do mercado consumidor.

Os sistemas de gestão, controle de qualidade e treinamentos dos colaboradores são um diferencial na indústria alimentícia. Rodrigues, Glauciene (2003) em seu trabalho “Programa de treinamento para manipuladores de alimentos em Brasília – DF” afirma que a capacitação dos manipuladores de alimentos através de treinamento significa contribuir não somente para a melhoria da qualidade higiênico – sanitária, mas, sobretudo, o aperfeiçoamento das técnicas e processamento utilizados.

Conforme Senac (2001), as técnicas utilizadas para a avaliação das BPF podem ser classificadas em quantitativas, direcionadas a enumeração de bioindicadores de contaminação e qualitativas relacionadas a analise observacional por meio da aplicação do formulário *checklist.*

O *checklist* é um instrumento utilizado para avaliar as condições higienico-sanitária deestabelecimentos produtores de alimentos, visando instituir adequações pela identificação de pontos críticos em instalações e processos produtivos, a fim de eliminar ou reduzir riscos de contaminações físicas, químicas e biológicas (PIRAGINE, 2005).

Para avaliar o nível de implantação das boas práticas de fabricação, tem-se a lista de verificação (*checklist*) presente na RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002 da agência Nacional de Vigilância Sanitária. Com os dados obtidos observam-se os itens não conformes e, a partir destes, a busca de ações corretivas para adequação dos requisitos, eliminando ou reduzindo osriscos que possam comprometer os alimentos e a saúde do consumidor (GENTA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa das condições de higiene de uma Indústria beneficiadora do açaí da região metropolitana de Castanhal-PA a partir da observação dos seguintes itens: instalações, equipamentos, processos e procedimentos. Usando para tal fim a aplicação de *checklist* baseado na RDC n°275 de 21 de outubro de 2002 da ANVISA com o intuito de analisar o seu nível de adequação à Legislação Sanitária, e depois de obtidos os resultados propor ao estabelecimento através de devolutiva oral acompanhado de material educativo (folders) mudanças comportamentais e instruturais dos itens avaliados.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi do tipo transversal e explanatório realizado em uma indústria beneficiadora do açaí do município de Castanhal-PA.

Iniciou-se o trabalho com a aplicação do *checklist* para a verificação dos métodos de armazenamento, produção e manipulação tendo como base informações contidas na RDC n°275/2002. Este instrumento avaliou o estabelecimento de acordo com os seguintes itens: estrutura, móveis, equipamentos, abastecimento de água, manipuladores de alimentos, produção, controle de pragas e vetores, utensílios e instalações, e manejo de resíduo.

A avaliação foi obtida através de visita *in loco*, com entrevista de colaboradores da indústria e observações pessoais.

Em seguida os dados foram tratados estatisticamente (Equação 1 e 2) em programa Excel, da Microsoft Windows, utilizando a classificação estabelecida na RDC n°275 (BRASIL,2002), onde existem três grupos classificados de acordo com a adequação do estabelecimento. O grupo I atende aqueles com conformidade entre 76% e 100% (bom), sendoos pertencentes ao grupo II aqueles que atendem de 51% a 75% (regular) dos itens e ao grupo III aqueles que obtém de 0 a 50% (insuficiente) de concordância com a legislação. Para preenchimento do *checklist* estavam disponíveis três opções: conforme (C), quando o estabelecimento atendia a legislação; não conforme (NC), quando não estava de acordo com a legislação; e não se aplica ao estabelecimento (NA).

Equação 1 (Conforme = (C*100) / Total)

Equação 2 (Não conforme = (NC*100) / Total)

A partir dos resultados obtidos e posterior análise dos pontos não conformes com a legislação, buscou-se identificar qual seria o item alvo de correção através de uma ação educativa que pudesse enquadra-se no dia a dia da indústria. E, assim, foi elaborado, entregue e esplanado, à direção da fábrica, um folder com as medidas corretivas necessárias para a adequação.

Com a aplicação do *Checklist* foi elaborado um Procedimento Operacional Padronizado(POP) de Controle de Potabilidade da Água que teve por objetivos padronizar a metodologia para higienização do reservatório de água; definir as etapas adequadas para a higiene; e estabelecer por escrito o período adequado de limpeza do reservatório.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 164 itens dispostos no *checklist* da RDC n°275/202, foram avaliados apenas 157, visto que, os demais não se aplicavam ao estabelecimento alvo; destes, 78% (n=123) se enquadram nos requisitos exigidos pela legislação e 21,7% (n=34) estão em desacordo como pode-se verificar na Figura 1 a seguir:

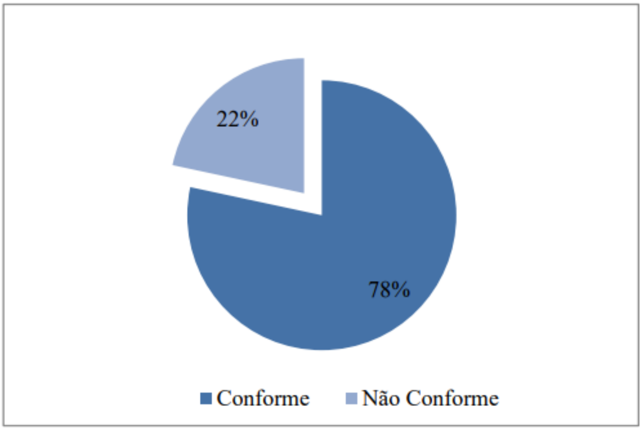


Figura 1- Percentagem de conformidade e não conformidade da indústria avaliada.

O estabelecimento ficou no patamar de estabelecimento pertencente ao grupo I (76%- 100% de conformidade), com 78% de conformidade.

Porém, em estudo similar, Neves et al. (2014) avaliou as condições higienicossanitárias de um empreendimento solidário de processamento de frutas em Abaetetuba/PA, e encontrou percentual de adequação muito abaixo do encontrado neste trabalho, de 32,47%, classificado como um resultado insatisfatório (grupo 3), o que alerta para uma possível disformidade dos parâmentros de adequação à legislação pelas indústrias da região.

Já no estudo de Santos (2014), em Brasília/DF, obteve-se resultados mais animadores, esta pesquisa avaliou cinco agroindústrias produtoras de hortaliças minimamente processadas, e identificou que duas delas foram classificadas no grupo 1 (satisfatória), e três no grupo 2 (regular).

Para obter melhor visualização dos itens em desacordo com a legislação os dados foram tratados em grupos (edificações e instalações, equipamentos e utensílios, higiene dos manipuladores, produção e transporte dos alimentos, e documentações) como demonstra a figura 2:

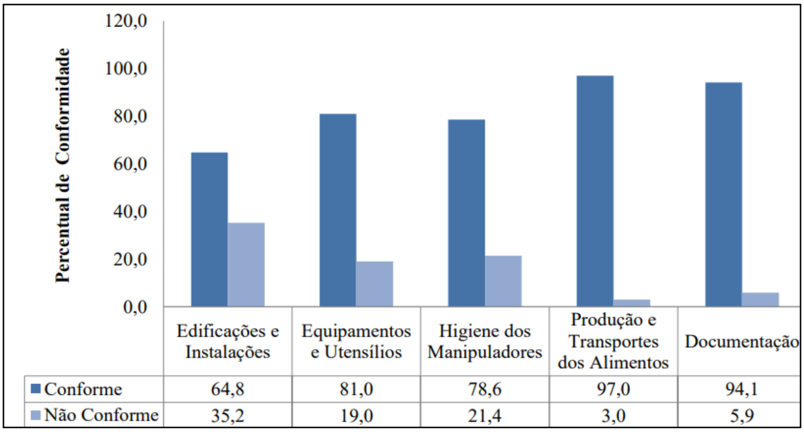


Figura 2 -. Percentagem de conformidade e não conformidade da Indústria de Açaí por blocos avaliados.

Dentre os itens do *checklist,* os blocos que apresentaram maiores desacordos foram: edificações e instalações, seguido de higiene dos manipuladores com 35,2% e 21,4% de itens não conforme, respectivamente. Estes dados podem ser melhor analisados na figura 2 anterior.

Os 35,2% de itens em desacordo do boloco “Edificações e Instalações”, da figura 2, estavam relacionados a objetos em desusopróximo a área de processamento, janela e portas sem proteção contra pragas e vetores, representando um perigo à inocuidade dos alimentos através da invasão destes animais para o estabelecimento constituindo um perigo para à saúde do consumidor. Verificou-se também que a ventilação estava em desacordo, pois a climatização do ambiente era insuficiente, e os aparelhos encontravam-se em condições higiênicas insatisfatórias oferecendo um risco físico aos alimentos que podem ser contaminados por poeira e partículas em suspensão. A infraestrutura dos sanitários era inadequada pois a ausência de acionamento automático nas torneiras e portas são fatores de riscos de contaminação microbiológica das mãos dos manipuladores que estarão na área de produção em constante contato com o alimento. O mesmofoi observado no trabalho realizado por Sebastiany et al. (2010), que constatou que o processo produtivo de polpas de frutas das indústrias locais de Boa Vista/RR foi insatisfatório, fazendo-se necessária a adequação as exigências da Legislação em vigor, sendo que as indústrias apresentaram 50% de não conformidade de suas instalações e edificações.

Já no bloco referente à higiene dos manipuladores, os níveis de desacordo (21,4%) foram provenientes da ausência de programas de acompanhamento da saúde dos colaboradores, vistoque, estes só realizavam exames admissionais. Também foi relatado a falta de programas de capacitação na área de higiene pessoal dos manipuladores. Porém, em relação aos usos dos equipamentos de proteção individual (EPIs), pode-se se observar o uso adequado e frequente. O mesmo pode ser observador no trabalho realizado por

Pereira e Martinelli (2015), que em relação a ausência de programa de capacitação dos manipuladores, de controle de saúde, e presença do uso de EPI. Esses resultados evidenciam que a maioria dos batedores estão em acordo com as instruções dadas aos manipuladores de alimentos, através da RDC nº 218, de 29 de julho de 2005, ao utilizarem avental e toucas, como procedimentos que minimizem o risco de contaminação do açaí preparado.

O terceiro grupo que apresentou um maior percentual de irregularidade foi o de equipamentos e utensílios, apresentando 19% de não conformidade, relacionado a falta de registro que comprovem a manutenção preventiva dos equipamentos e maquinários, à ausênciade planilha de registro de temperatura e a falta de um profissional capacitado pela operação da higienização.

Em relação a produção e transporte dos alimentos o percentual ficou em torno de 97% de conformidade, demonstrando que a maioria dos pontos analisados estavam em acordo com a RDC nº275/2002. Tavares, P.R. (2015), obteve resultados parecidos em estudo similar na qual as temperaturas de resfriamento e congelamento estão dentro dos padrões exigidos pela legislação, os rótulos da matéria-prima ingredientes atendem à legislação, armazenados em local adequados, e não há transporte de outras cargas que comprometam a segurança do produto.

O Percentual de conformidade do grupo documentação foi de 100%, apresentando total cumprimento da legislação. E os POPs da empresa estão sendo utilizados, assim como o manual de boas práticas.

Dentre os grupos avaliados, os dois primeiros tratados neste trabalho em desacordo merecem atenção e ações corretivas, porém para atender às condições orçamentarias do trabalhoobjetivou-se investir no material educativo voltado para as normas de boas práticas de manipulação visando à adequação da higiene pessoal dos manipuladores.

Para a conscientização dos colaboradores foi desenvolvido material educativo distribuído em forma de folder e para os responsáveis pelo controle de qualidade foi elaborado uma devolutiva de forma oral a respeito dos pontos em desacordo com a legislação com a finalidade de alertar os perigos provenientes da higienização inadequada das mãos dos manipuladores e ausência do acompanhamento da saúde dos mesmos. A ação devolutiva foi bem recebida pelos colaboradores que mostraram curiosidade em aprender e interesse em ouvir o conhecimento que lhes foi oferecido. Segundo Andreotti et.al., 2003, o trabalhador é o elemento de maior importância, pois são responsáveis por elaborar e implementar o sistema Boas Práticas de Fabricação. Ressalta a importância de serem treinados nas práticas de processamento e controle de processos que estão diretamente relacionados com suas responsabilidades de trabalho.

Portanto, para garantir a segurança alimentar é importante a avaliação periódica das condições reais dos estabelecimentos que manipulam alimentos direta ou indiretamente, buscando a concretização das BPF, POPs e adequar os espaços físicos às especificações

legais. Estes procedimentos visam prevenir e evitar que os alimentos sejam contaminados por agentes biológicos, químicos e físicos decorrentes do meio ambiente, utensílios e colaboradores.

4 I CONSIDERAÇOES FINAIS

A partir dos resultados obtidos através da avaliação do *checklist* na indústria produtora de polpa de açaí concluiu-se que as condições de funcionamento da mesma enquadram-se noconceito de ''bom'. Vale ressaltar que o presente trabalho obteve resultados positivos quantoàs adequações da indústria à legislação, porém ainda existem desconformidades legais queprecisam ser reparadas antes que estas proporcionem maiores desconfortos à indústria e aosconsumidores. Dando uma ênfase no fato de que produzir alimento é afetar diretamente a saúdedo consumidor e que por isso existem normas especificas que regem a área de produção de alimentos com a finalidade de garantir a qualidade nutricional e higiênico sanitária do alimento. Dentro desde contexto, é importante frisar a importância da capacitação e orientação continuada dos funcionários, para que conheçam e cumpram as condutas e as limitações existentes, afim de, garantirem o objetivo de eliminar, diminuir e prevenir riscos à saúde e intervir nos possíveis problemas sanitários em todas as etapas do processamento do açaí.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTI, A.; BALERONI, F.H.; PAROSCHI, V.H.B.; PANZA, S.G.A.; Importância do treinamento para manipuladores de alimentos em relação à higiene pessoal. ***Revista deIniciação Cientifica – Cesumar.*** Maringá, v.5, n.1, p. 29-33, jan/jun. 2003.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologiade obstáculos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos,** São Paulo, v. 24, n. 1, p.114-119, 2004.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Dispõe sobre regulamento técnico de Boas Práticas para serviços de alimentação (Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004). **Diário Oficial da União,** Brasília, 2004. Disponível em: http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=12546 >. Acesso em abril. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre Regulamento Técnico deBoas Práticas para Serviços de Alimentação (Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de2004). **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre o regulamento técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores dealimentos e a lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos (Resolução RDC n° 275, de 21 de outubro de 2002). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde Brasil: 20 anos de Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil. **Ministério da Saúde**, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise deSituação em

Saúde. – Brasília, 2008.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. Antioxidant properties of acai (Euterpe oleracea) in the metabolic syndrome. Braz. **J. Food Technol.**, v. 21, e2017092, 2018.

CORRÊA, C. B.; CABRAL, L. M. C.; DELIZA, R.; MATTA, V. M. Obtenção de suco misto de açaí a partir da fração retida no processo de microfiltração. **Brazilian Journal of Foodand Nutrition, Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 377-383, 2010.

ETO D.K., KANO A.M., BORGES M.T.M.R., BRUGNARO C., CECCATO-ANTONINI S.R. E VERRUMA-BERNARDI M.R. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa emix de açaí armazenada sob congelamento. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**. 69, 304-10, 2010.

FARIA, M.; OLIVEIRA, L. B. D.; COSTA, F. E. C. Determinação da qualidade microbiológica de Polpas de açaí congeladas comercializadas na cidade de Pouso Alegre –MG. **Revista Alimentos e Nutrição, Araraquara,** v. 23, n. 2, p. 243-249, 2012.

FERREIRA, S. M. S. **Contaminação de alimentos ocasionada por manipuladores**. Brasília – DF, 2006. 48 f. monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Centro deExcelência em Turismo, Universidade de Brasília – UNB.

GENTA, T.M.S.; MAURÍCIO, A.A.; MATIOLI, G. Avaliação das Boas Práticas através de check-list aplicado em restaurantes self-service da região de Maringá, Estado do Paraná. Acta.Scientiarum**. Health Sciences**, Maringá, v.27, n.2, p.151-156, 2005.

NASCIMENTO, W. M. N.; CICERO, S. M.; NOVEMBRE, A. D. L. C. NOVELLO, A. A.**Extração de antocianinas dos frutos do açaí da Mata Atlântica (Euterpe edulis Mirtius)e sua atuação nas atividades antioxidante e antiaterogênica em camundongos apoE** -/-. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

NEVES, E. C. A.; LIMA, C. L. S.; SOUZA, J. N. S.; COLAÇO, R. M. ALVES, R. B.Avaliação das condições higiênico-sanitárias de um empreendimento solidário de processamento de frutas. p. 205-206. In: Proceedings of the XII Latin American Congress onFood Microbiology and Hygiene. Blucher Food **Science Proceedings,** v.1, n.1. São Paulo: Blucher. 2014.

PEREIRA, A. D. R, MARTINELLI, F. **Abordagem aos pontos comerciais de açaí na cidade de Paragominas sob aspectos higiênicos sanitários**. Paragominas, Pará, Brasil,2015.Disponível em: www.paragominas.ufra.edu.br

RODRIGUES, GLAUCIENE ALVES. **Programa de treinamento para manipuladores dealimentos**. Brasília – DF, 2003. 49 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília – UNB.

PIRAGINE KO**. Aspectos higiênicos e sanitários do preparo da merenda escolar na rede estadual de ensino de Curitiba** [dissertação de mestrado]. Curitiba, Universidade Federal doParaná, 2005.

SANTOS, L. V. **Avaliação das Boas Práticas de Fabricação em agroindústrias doDistrito Federal (DF).** 2014. Monografia, 22 folhas (Graduação em Nutrição) – Universidade de Brasília – Campus Darcy Ribeiro, Brasília, 2014.

SEBASTIANY, et al. Avaliação do processo produtivo de polpas congeladas. **Rev Inst AdolfLutz.** São Paulo, 2010. Disponível em: www.periodicos.ses.sp.bvs.br.

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial [SENAC] (2001). Manual de elementos deapoio para o sistema APPCC. Rio de Janeiro; 282p.

TAVARARES, P.R. **Implantação de manual de boas práticas de manipulação em cozinhas pedagógicas d uma instituição de ensino da cidade de Campo Monrão-PR**.Campo. Campo de Monrão, 2015. Disponível em: www.repositório.roca.utfpr.edu.br

TONDO, EDUARDO CESAR; BARTZ, SABRINA. **Microbiologia e sistemas de gestão dasegurança de alimentos.** Porto alegre: Sulina, 2011.

CAPÍTULO 5

A CONTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCS), PARA UMA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E ECOLÓGICA

Data de aceite: 01/02/2022
Data de submissão: 28/01/2022

Maria Celeste da Silva Sauthier
Docente de Química do IF Baiano, campus Governador Mangabeira. Doutora em Química Analítica pela UFBA e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
http://lattes.cnpq.br/2889802413220982

Marília Dantas e Silva
Docente de Biologia do IF Baiano, campus Governador Mangabeira. Doutora em Ecologia pela UFBA e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
http://lattes.cnpq.br/1163368552232979

Olinson Coutinho Miranda
Docente de Letras do IF Baiano, campus Governador Mangabeira. Doutorando em Cultura e Sociedade pela UFBA e membro dos grupos de pesquisa GEMAS/IF Baiano e GPELIF/IF Baiano. http://lattes.cnpq.br/2696770011900372

RESUMO: As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) são espécies que ainda não foram completamente estudadas por parte da comunidade técnico-científica e/ou exploradas pela sociedade como um todo, resultando em consumo regional e apresentando dificuldade de aceitação e consumo para as demais regiões do país. O presente trabalho foi desenvolvido como projeto de ensino e teve como objetivo incentivar a produção, destinação, consumo e análise nutricional das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) com os estudantes dos 2º e 3º anos do curso Técnico de Cozinha Integrado ao Ensino Médio na modalidade PROEJA, no Campus Governador Mangabeira do IF Baiano. As PANCs são plantas encontradas facilmente (quintais, jardins, roças, pastos) e temos como exemplos: ora-pro-nóbis, beldroega, taioba, assa-peixe, chicória, peixinho e muito mais. Como culminância do projeto os pratos preparados pelos estudantes utilizando as PANCs foram servidos em um evento, para toda a comunidade escolar, onde se destacou a importância dessas plantas, especialmente para a população carente que vive no entorno do Campus.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação saudável; Interdisciplinaridade; PROEJA.

THE CONTRIBUTION OF UNCONVENTIONAL FOOD PLANTS (PANCS), TO A HEALTHY AND ECOLOGICAL FOOD

ABSTRACT: Unconventional food plants (PANCs) are species that have not yet been fully studied by the technical-scientific community and/or explored by society as a whole, resulting in regional consumption and presenting difficulty in acceptance and consumption for other regions of the country. The present work was developed as a teaching project and aimed to encourage the production, destination, consumption and nutritional analysis of unconventional food plants (PANCs) with students from the 2nd and 3rd years of the Technical Course in Kitchen Integrated to

High School in the modality PROEJA, at the Governador Mangabeira Campus of IF Baiano. PANCs are plants that are easily found (backyards, gardens, gardens, pastures) and we have as examples: ora-pro-nobis, purslane, taioba, assa-peixe, chicory, peixinho and much more. As a culmination of the project, the dishes prepared by the students using the PANCs were served at an event for the entire school community where the importance of these plants was highlighted, especially for the needy population that lives around the Campus.
KEYWORDS: Healthy eating; Interdisciplinarity; PROEJA.

1 I INTRODUÇÃO

As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) são espécies que ainda não foram completamente estudadas por parte da comunidade técnico-científica e/ou exploradas pela sociedade como um todo, resultando em consumo regional e apresentando dificuldade de aceitação e consumo para as demais regiões do país (BRASIL, 2010).

Elas não fazem parte da cadeia produtiva e da alimentação habitual da população em geral, mas apresentam um grande potencial econômico e nutritivo, valorizando a agricultura familiar e respeitando os conceitos agroecológicos e de sustentabilidade. Parte da falta de conhecimento se deve a escassez de divulgação das informações acerca de seu valor nutricional, formas de cultivo, manejo e consumo (PASCHOAL; SOUZA, 2015). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento temos no Brasil as seguintes PANCs mais comuns: Almeirão-de-árvore, Araruta; Azedinha, Beldroega, Bertalha, Capiçoba, Capuchinha, Chicória-do-Pará, Chuchu-de-vento, Cubiu, Jacatupé, Jambu, Jurubeba, Mangarito, Maxixe, Ora-pro-nobis, Peixinho e Taioba (BRASIL, 2010).

Segundo KELEN et al (2015), é importante destacar o papel das PANCs como alimentos funcionais por serem compostas por vitaminas essenciais, antioxidantes, fibras, sais minerais, que nem sempre são encontradas em outros alimentos. Dessa forma, as PANCs poderiam fazer parte do consumo diário. Porém, devido a falta de conhecimento por grande parte da população, muitas dessas plantas são caracterizadas como ervas daninhas, podendo ser facilmente encontradas na natureza, consideradas como mato e ignoradas (LIBERATO ET AL, 2019). Assim é de extrema importância a sensibilização das pessoas sobre as propriedades que essas plantas apresentam, permitindo assim que a população tenha uma nova visão a respeito dos alimentos não convencionais, passando a utilizá-los no seu dia a dia.

O presente trabalho foi desenvolvido como projeto de ensino e teve como objetivo incentivar a produção, destinação, consumo e análise nutricional das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) com os estudantes dos 2º e 3º anos do curso Técnico de Cozinha Integrado ao Ensino Médio na modalidade PROEJA no Campus Governador Mangabeira do IF Baiano.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Governador Mangabeira foi criado em primeiro de agosto de 2011 e está localizado na Região do Recôncavo Sul da Bahia, a 119Km da capital do Estado. O município possui área territorial de 94,359 km² e sua população é de 19.818 habitantes (IBGE, 2019) e ocupa a posição de 47.° lugar no ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Estado. O Campus apresenta atualmente os seguintes cursos: Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Agroindústria Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Cozinha Integrado ao Ensino Médio (PROEJA), Técnico Subsequente em Manutenção e Suporte em Informática, Técnico Subsequente em Agropecuária e Técnico Subsequente em Alimentos.

O trabalho foi desenvolvido no Campus com as turmas do segundo e terceiro anos do curso Técnico em Cozinha (PROEJA-Educação de Jovens e Adultos), entre abril e dezembro de 2018. Este projeto de ensino envolveu as disciplinas: Química, Inglês, Projeto Integrador e Biologia. Cada disciplina abordou o tema dentro do conteúdo programático do seu componente curricular.

Primeiramente, os estudantes receberam artigos científicos e textos informativos sobre as PANCs para discussão em sala de aula. Os professores questionaram sobre o uso dessas espécies em suas casas, se elas fazem parte da alimentação diária e se são comuns o cultivo, venda e uso na cidade de Governador Mangabeira, assim como nas demais cidades do Recôncavo Baiano. Durante a discussão em sala de aula os estudantes informaram as PANCs mais conhecidas nas suas comunidades e relataram sobre a utilização delas na alimentação diária. A grande maioria conhece as plantas indicadas nos textos, entretanto, utilizam poucas espécies no preparo das refeições. Muitos ficaram surpresos com o uso de algumas plantas, os quais não consideravam comestíveis. Após esse primeiro momento de discussão, os estudantes selecionaram receitas que utilizassem exemplares dessas plantas como principal ingrediente para o preparo, avaliação quanto à dificuldade e o custo benefício. Essas receitas foram preparadas no Laboratório de Processamento de Alimentos do campus. No total, dez receitas foram testadas e avaliadas pelos professores e estudantes.

Como as turmas foram organizadas em equipes, e cada uma ficou responsável por desenvolver uma receita que utilizasse uma ou mais espécies de PANCs, comuns na região, como ingrediente principal. Os estudantes testaram e avaliaram as receitas com auxílio dos professores da área. No dia 17 de dezembro de 2018, das 13 às 17horas, os pratos foram apresentados para toda a comunidade do Campus degustar e realizar a escolha da melhor receita, através de uma votação. Os professores das disciplinas participantes do projeto de ensino avaliaram o desempenho de todas as equipes e estabeleceram uma nota para as mesmas, utilizando um barema específico que levou em consideração, entre outras

características, a criatividade, elaboração, organização e apresentação das receitas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a culminância do projeto os estudantes apresentaram suas criações para a comunidade do Campus, indicando como as mesmas foram elaboradas, as características e a importância das plantas utilizadas nas receitas. As pessoas degustaram os pratos e ocorreu uma votação entre os participantes para a escolha da melhor receita. De uma forma geral, todos os pratos tiveram uma boa aceitação e grande maioria das pessoas informaram que não conheciam a utilização dessas plantas na alimentação humana.



Figura 1: Estudantes realizando a exposição dos pratos produzidos com PANCs (Acervo pessoal).



Figura 2: Estudantes realizando a exposição dos pratos produzidos com PANCs (Acervo pessoal).



Figura 3: Estudantes realizando a exposição dos pratos produzidos com PANCs (Acervo pessoal).



Figura 4: Degustação dos pratos produzidos com PANCs, pela comunidade do Campus do IF Baiano de Governador Mangabeira (Acervo pessoal).

Através desse projeto, todos os envolvidos obtiveram um aprendizado significativo a respeito das PANCs (conceito, importância, função, consumo e informação nutricional), o qual trouxe informações importantes e necessárias para que os estudantes do curso Técnico em Cozinha tenham uma nova visão a respeito dos alimentos não convencionais, passando a utilizá-los em sua base alimentar. Além de desenvolver a criação de receitas, produção e degustação de pratos super nutritivos utilizando as PANCs, as quais foram encontradas de maneira fácil e simples pelos discentes em seus quintais, roças, jardins, comprovando a funcionalidade e riqueza nutricional desses alimentos.

Entre as principais PANCs escolhidas pelos estudantes para a produção dos pratos é possível destacar:

- Beldroega (*Portulaca oleracea* L.) é uma herbácea suculenta com galhos azulados e

flores amarelas. Tem folhas arredondadas e achatadas, apresenta crescimento espontâneo e pode se desenvolver em qualquer tipo de solo. Ela é rica em ferro, zinco, cálcio, magnésio e potássio. As folhas apresentam ainda grande percentual de mucilagem, e possuem sabor levemente ácido e salgado, podendo ser utilizada em saladas, na preparação de sopas e caldos ou apenas cozida/refogada. Tem ação ainda medicinal por possuir função vermífuga, antioxidantes, entre outras funções (OLIVEIRA et al., 2013).

- Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) pertence à família das cactáceas e é considerada uma espécie não endêmica. Ela é de fácil cultivo e sua propagação tem baixa demanda hídrica e baixa incidência de doenças, favorecendo assim o cultivo doméstico. Por ser rica em nutrientes, suas folhas podem ser utilizadas tanto na forma crua quanto processada. Além disso, produz frutos comestíveis, com os quais se pode elaborar diversos produtos (QUEIROZ et al., 2015).

- Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott) é uma espécie vegetal conhecida, facilmente cultivada e já apreciada como alimento em muitas regiões do país. Ela pode ter um papel importante em dietas balanceadas, auxiliando a suplementação das populações desnutridas como fonte de cálcio, ferro, vitamina C, proteínas e outros nutrientes. Pode-se utilizar as folhas, talos e raizes em diferentes formas de preparações (KINNUP, 2009; PASCHOAL, et. al., 2016).

- Língua de Vaca (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) é uma planta herbácea nativa da América Tropical e que, além de medicinal e ornamental, representa uma das PANC de maior sucesso ente os adeptos da alimentação natural. Ela é rica em propriedades medicinais tais como sedativa, antigripal, anti-inflamatória, antibacteriana, anti-herpética, diurética, tônica, desobstruente, cicatrizante, diurética e antiblenorrágica. Além disso possui proteínas e variados sais minerais tais como cálcio, magnésio, manganês, fósforo, sódio, cobre, zinco e enxofre (JORGE ET AL., 1991; RANIERI, 2022).

Este trabalho foi de suma importância para os estudantes do curso Técnico em Cozinha, uma vez que garante uma amplitude de possibilidades alimentares não tão comuns de serem utilizadas no cotidiano das pessoas. É uma comprovação de que uma alimentação saudável e rica em nutrientes essenciais à sobrevivência humana está mais próxima que se possa imaginar, através de plantas que todos possuem em casa ou sem seus quintais e roças e muitas vezes não possuem o entendimento de que estas podem ser consumidas e propiciar uma alimentação com um aporte maior de substâncias nutrientes e funcionais, que além de alimentar, previnem doenças.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto teve como vantagens exercer a interdisciplinaridade, valorizando o conhecimento ancestral e o saber regional, propiciando ainda um interessante intercâmbio de conhecimento entre os diversos participantes do processo pedagógico. Ao incentivar o

consumo de PANCs, principalmente as nativas, propiciou a discussão sobre a necessidade urgente de um padrão de consumo saudável e sustentável, que possa favorecer a nutrição com menos custos e a prevenção de doenças ao aproveitar os bioativos presentes nessas plantas.

Assim, não só os estudantes diretamente envolvidos no processo, mas toda a comunidade escolar, foi convidada a refletir e experimentar alternativas de fontes de alimentação, que mantém o indivíduo mais consciente da necessidade urgente de proteger a natureza e o imenso manancial de possibilidades que essa nos oferece. Como os estudantes são moradores da comunidade e serão profissionais atuantes na Cozinha, esse conhecimento poderá ser compartilhado e levando a criação e/ou valorização de hábitos já adquiridos, podendo estimular consequentemente a bioeconomia regional.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não - convencionais. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: mapa/ACS, 2010.

IBGE. Panorama Governador Mangabeira, Bahia, Brasil. Censo 2010. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/governador-mangabeira/panorama. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

JORGE, L. I. F., FERRO, V. DE O., & SAKUMA, A. L. Hortaliças brasileiras – caracterização botânica e química das espécies: Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn., Xanthosoma atrovirens C. Koch e Bouché e Amaranthus hybridus L. Revista Do Instituto Adolfo Lutz, 51(1-2), 11-8, 1991.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK. P.; SILVA, D.B. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. (1ª ed.). UFRGS,PortoAlegre, 2015.

KINUPP, V.F.; AMARO, F.S.; BARROS, I.B.I. Anredera Cordifolia (Basellaceae), uma hortaliça potencial em desuso no Brasil. Hortic. Bras., v. 22, n. 2, 2004. Suplemento. CD-ROM.

LIBERATO, P. S.; LIMA, D. V.T.; SILVA, G.M.B. 2019. PANCs - PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS E SEUS BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS. Environmental Smoke. v. 2, n. 2, 2019.

OLIVEIRA, D. de C. da S.; WOBETO. C.; ZANUZO. M.R.; SEVERGNINI. C.; Composição Mineral e Teor de Ácido Ascórbico nas Folhas de Quatro Espécies Olerícolas Não- Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 10, p. 17670-17680, out. 2019. ISSN 2525-8761 17680 Convencionais. Horticultura brasileira , Vitoria da conquista , v. 31, n. 3, p.472-475, jul./set. 2013.

PASCHOAL, V.; SOUZA, N.S. Plantas Alimentícias não convencionais (PANC). In: CHAVES, D. F. S. Nutrição Clínica Funcional: compostos bioativos dos alimentos. VP Editora, 2015. Cap. 13. p. 302-323. 2.

QUEIROZ, C. R.A.A.;FERREIRA, L. GOMES, L.B. P.; MELO, C. M.T.; ANDRADE, R. R. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.3, p 01 - 05, jul-set, 2015. Disponível em: http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS DOI: http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3393 . Acesso em: 24 de janeiro de 2022.

RANIERI, G.R. Matos de comer - Beldroegão, major-gomes, *Talinum paniculatum*. Disponível em: http://www.matosdecomer.com.br/2014/11/beldroegao-uma-das-verduras-mais-belas.html. Acesso em: 24 de janeiro de 2022.

CAPÍTULO 6

IMPORTÂNCIA DOS SAIS MINERAIS AO LONGO DO CICLO DA VIDA

Data de aceite: 01/02/2022
Data de submissão: 28/01/2022

Andrielli Pompermayer Rosa
Estudante de Enfermagem na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – Campus de Sinop, Instituto de Ciências da Saúde (ICS), vinculada ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, orientada pela professora Dra Valéria Dornelles Gindri Sinhorin.
ORCID: 0000-0001-8831-0828
http://lattes.cnpq.br/3319737029423584

Valéria Dornelles Gindri Sinhorin
Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop e lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (mestrado) e Biotecnologia e Biodiversidade da rede Pró Centro-Oeste (doutorado). Área de pesquisa: Bioquímica. Formada em Química Industrial e Química Licenciatura (UFSM); Doutorado em Bioquímica Toxicológica (UFSM).
ORCID: 0000-0002-5070-0043
http://lattes.cnpq.br/3818211604255549

RESUMO: Ao longo de toda a existência humana, os diversos minerais, obtidos principalmente pela alimentação, influenciam e controlam nosso sistema fisiológico. Dessa maneira, a ingestão de alimentos variados, de origem animal e vegetal, corrobora para a promoção de uma boa saúde e uma vida longínqua. Minerais como o cálcio, ferro e manganês, bem como o iodo, potássio, sódio, entre outros, controlam o metabolismo humano através de complexas redes que se iniciam na infância e, por vezes, são responsáveis pela promoção de saúde, na velhice. Isso porque, embora pareça que uma fase está distante da outra, todo o ciclo se relaciona, seja por meio da memória celular, ou mesmo, através da permanência de hábitos que, iniciando-se na infância, continuam durante a vida adulta e, consequentemente, garantem uma velhice tranquila, sem grandes intercorrências. O principal objetivo desse trabalho constitui-se, especialmente, em demonstrar como os diversos minerais estão envolvidos nas variadas fases do ciclo da vida e, como a ausência de alguns, podem se manifestar através de patologias. Desta forma, promovendo o conhecimento acerca da importância desses micronutrientes e como obtê-los durante as diversas etapas da vida.
PALAVRAS-CHAVE: Adultos. Infância. Minerais. Velhice.

IMPORTANCE OF MINERAL SALTS THROUGHOUT THE LIFE CYCLE

ABSTRACT: Throughout human existence, the various minerals, originated by, influence and control our physiological system. In this way, the intake of varied foods, of animal and vegetable origin, corroborate for the promotion of good health and a distant life. Minerals such as calcium, iron and manganese, as well as iodine, potassium, sodium, among others, control human metabolism through complex networks that start in childhood and are sometimes required by health promotion in old age. This is because,

although it seems that one phase is distant from the other, the whole cycle is related, either through cellular memory, or even through the permanence of habits that, starting in childhood continues during adulthood and, consequently, guarantees old age, without major complications. The main objective of this work is, especially, to demonstrate how the various minerals are involved in the various stages of the life cycle and, as the absence of some, can manifest themselves through pathologies. Thus, promoting the knowledge of the importance of these micronutrients and how to obtain them during the different stages of life.
KEYWORDS: Adults. Childhood. Minerals. Old age.

1 I INTRODUÇÃO

Ao longo de toda a existência humana, uma alimentação rica em minerais como ferro, cálcio, zinco, selênio, entre outros, é capaz de causar promoção em saúde e uma vida mais longínqua. Isto porque essa classe está envolvida em diversos processos de metabolização, estruturação e fisiológicos do organismo, não só de humanos, mas também de animais e plantas.

A grande maioria dos sais minerais pode ser encontrada em diversos alimentos, como por exemplo, o cálcio, presente em leite e derivados; o zinco, que pode ser encontrado em carnes vermelhas, peixes e oleaginosas; o ferro, presente em grande quantidade nas carnes; ou ainda o selênio, cujo alimento rico nesse micronutriente é a castanha do Pará (BUZINARO; DE ALMEIDA; MAZETO, 2006; CRUZ; SOARES, 2011; COZZOLINO, 2007).

Segundo uma pesquisa, realizada em 2005, com cascas de 7 frutas, todas amplamente encontradas pelas diversas regiões brasileiras, sendo elas abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina, demonstrou que a cada 100 g da casca in natura, havia quantidades consideráveis de micronutrientes, como o potássio, que na casca da tangerina apresentava 598,36 mg/100 g, apresentando também níveis elevados de cálcio, ferro, sódio, magnésio, zinco e cobre, demonstrando assim que pode haver uma fonte alternativa de nutrientes, evitando o desperdício (GONDIM et al., 2005).

Em vista disso, uma alimentação diversificada, com a presença de frutas, legumes, carnes e outros alimentos, é capaz de suprir as necessidades do organismo humano, fazendo com que haja menos risco de danos fisiológicos. Um mesmo nutriente pode estar envolvido em diversos processos e, em razão das diferentes quantidades ingeridas, são capazes de gerar também prejuízo à saúde. Este é o caso do selênio, que ao ser ingerido em quantidades superiores a 400 µg ao dia, torna-se tóxico (COZZOLINO, 2007).

Associado à essas questões, existem ainda inibidores e promotores da dieta, que influenciam na biodisponibilidade desses elementos, como por exemplo, medicamentos e até mesmo a própria idade (DRAGO,2017 ELMADFA; MEYER,2020).

Em crianças e idosos, alguns minerais se tornam ainda mais importantes, como o cálcio, responsável pela manutenção óssea. Já em adultos podemos destacar o magnésio, iodo, ferro, entre outros. Todos estes elementos serão discutidos de maneira mais ampla

nos demais tópicos.

Embora, haja uma facilidade em obter os sais minerais, há ainda diversos indivíduos, que por variadas questões, seja a insegurança alimentar, desigualdade social, ou mesmo a falta de informações acerca deste assunto, não ingerem a quantidade adequada para o organismo. Isso, em curto prazo poderá resultar em doenças, e em longo prazo gerará problemas na velhice, alguns até mesmo irreversíveis. O presente trabalho trata-se, por conseguinte, de uma revisão bibliográfica, que busca trazer conhecimento acerca da importância dos nutrientes e como eles influenciam nas diversas fases da vida.

2 | METODOLOGIA

Este capítulo foi elaborado através de uma revisão bibliográfica sobre os diversos micronutrientes e suas relações com as várias fases da vida, desde a infância até a velhice. Para isso utilizou-se as plataformas *Science Direct, Pubmed, Google Acadêmico e Scielo, buscando pelos termos micronutrientes, zinco, magnésio, sódio, selênio, ferro, nutrição, infância, osteoporose, doenças, velhice e adultos,* ora utilizando somente um, ora combinando dois ou mais. Foram selecionados os artigos desde 2000 até 2021, visando trazer maior amplitude de autores e, com isso, diversificar este texto, abrindo espaço para mais comparações e, por consequência, fazendo com que a leitura, embora se tratando de um capítulo científico, ficasse a mais simplificada possível, garantindo acesso amplo aos membros dentro e fora da Academia. Como critérios de exclusão, usaram-se artigos anteriores ao ano citado e que não estivessem em inglês ou português.

3 | DISCUSSÃO

Ao longo de todo o desenvolvimento humano, variados minerais são necessários para o bom funcionamento do organismo. Minerais como cálcio, manganês e fósforo, por exemplo, estão envolvidos principalmente na mineralização óssea, desde o feto até o indivíduo adulto (SETHI; PRIYADARSHI; AGARWL, 2020). Outros micronutrientes como ferro, cobre, zinco e selênio se relacionam com o metabolismo celular, e também podem ter efeitos cardiovasculares (MOHAMMADIFARD et al., 2017). Logo, pode-se notar que, múltiplos nutrientes estão envolvidos em uma mesma função fisiológica, bem como desempenham mais de um papel na estrutura fisiológica corporal, contribuindo, portanto, na promoção integral de saúde dos indivíduos que os consomem.

Infância

Antes mesmo do nascimento, ainda durante a gestação e, posteriormente, na lactação, a mulher deve oferecer a quantidade necessária de minerais para o desenvolvimento correto do feto, o que por sua vez, requer ajustes no metabolismo mineral materno (KOVACS, 2018). As necessidades de cálcio diárias do feto e do bebê costumam ser supridas sem que seja necessário que a mãe aumente o consumo do mineral nesse

período, isso porque, ocorre uma adaptação no corpo feminino, a qual é capaz de gerar maior absorção intestinal fracionada de cálcio e outros minerais (KOVACS, 2018; SKALNY et al., 2019).

Em neonatos prematuros, por exemplo na vida extra-uterina, a ingestão oral insuficiente de cálcio, por sua vez, gera comprometimento da mineralização óssea, a qual pode resultar em uma condição conhecida como osteopenia de prematuridade (SETHI; PRIYADARSHI; AGARWAL, 2019). Portanto, o cálcio atua especialmente na manutenção óssea e, dessa maneira, é um elemento que requer grande ingestão e pode ser encontrado na maioria dos alimentos. Está presente em leites e derivados, como iogurte e queijo branco, ou pode ser encontrado em algumas hortaliças como couve e espinafre, além de ser um nutriente relativamente barato e fácil de ser ingerido (BUZINARO; DE ALMEIDA; MAZETO, 2006).

A ingestão adequada de micronutrientes, principalmente na infância, influenciará mais tarde na vida adulta e, em seguida, na velhice. Os micronutrientes são capazes de aumentar a resistência contra doenças e, também, influenciar na resposta inflamatória, trazendo, portanto, benefícios aos indivíduos (ALPERT, 2017). Segundo o mesmo autor, o zinco, por exemplo, é capaz de influenciar adaptações inatas e adaptativas, além de melhorar a integridade da membrana mucosa e pele. O zinco pode ser encontrado em alimentos como carnes bovinas, peixes, cereais de grãos integrais, oleaginosas, entre outros (CRUZ; SOARES, 2011). Desse modo, podemos inferir que, já que é nos primeiros anos de vida que se tem contato com doenças contagiosas, como por exemplo, rubéola ou catapora, a criança mesmo estando vacinada, necessita o consumo desse mineral.

Estudos demonstram a associação da ingesta de cálcio e vitamina D com a obesidade infantil, relacionando até mesmo o efeito que esse macronutriente apresenta sobre a excreção fecal de gordura e a regulação de gordura no organismo (CUNHA et al., 2014). Pesquisas também demonstram que, embora ainda sejam necessários mais estudos, a suplementação em crianças que possuem deficiência de ferro, zinco e magnésio pode melhorar de modo significativo sintomas de TDAH, o qual é um distúrbio de neurodesenvolvimento caracterizado por desatenção, hiperatividade comportamental e impulsividade, que se manifesta, principalmente, na infância (SKALNY et al., 2019).

Nos anos finais da infância, já no início da adolescência, ressalta-se ainda mais a importância dos micronutrientes, já que estes estão ligados ao estirão desse período, podendo influenciar na manutenção e velocidade do crescimento, bem como gerar atraso na puberdade (ALBUQUERQUE; MONTEIRO, 2002). Esses atrasos por sua vez, podem representar problemas na vida adulta, já que é de conhecimento amplo, que a puberdade é a fase na qual o adolescente passa por inúmeras transformações, as quais preparam o corpo para quando tornarem-se de fato, adultos.

Em adolescentes que praticam exercícios de alto nível, a nutrição inadequada pode combinado aos altos níveis de estresse e excesso de exercícios (figura 1), gerar um problema

conhecido como amenorreia hipotalâmica, na qual há um estado de hipoestrogênio, o qual por sua vez, têm efeitos negativos até mesmo na maturação sexual e fertilidade dessa pessoa (HUHMANN, 2020).

Logo, hábitos sadios desde o princípio da vida, são capazes de promover saúde e bem-estar ao longo de todo o ciclo.

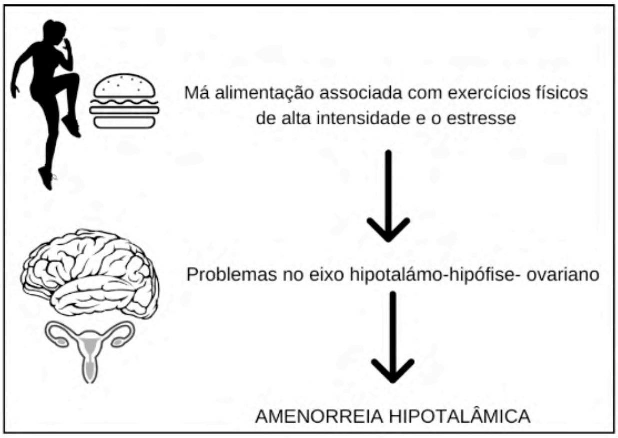


Figura 1: Desenvolvimento da amenorreia hipotalâmica
Fonte: elaborado pelos autores.

Adultos

Durante a fase adulta, a ingestão adequada dos sais minerais, segue sendo capaz de gerar a promoção de saúde e, posteriormente, maior qualidade de vida na velhice.

O magnésio, mineral encontrado principalmente nos vegetais folhosos verdes, espinafre, frutas, legumes, batatas, cereais integrais e nozes, têm dose de ingestão recomendada diariamente de cerca de 320 mg para mulheres e aproximadamente 420 mg para homens (SEVERO et al., 2015). Diversos estudos apontam para os benefícios do magnésio, quando consumido em quantidades adequadas. Em relação ao coração, por exemplo, atua na prevenção da calcificação vascular e calcificação da válvula mitral, mas em sua deficiência, pode causar doenças cardiovasculares, bem como estar envolvido no aparecimento de síndrome metabólica, diabetes tipo 2 e osteoporose (FELSENFELD; LEVINE, 2015; COSTELLO; ROSANOFF, 2020).

O iodo, elemento absorvido praticamente por completo no duodeno, é essencial no bom funcionamento da tireoide, se relacionando diretamente com as condições de hipertireoidismo e hipotireoidismo, já que ambas envolvem, respectivamente, a secreção excessiva ou insuficiente de hormônios T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina) (HESS, 2013). A deficiência de iodo também é capaz de causar outras patologias como bócio endêmico, doenças mentais e deficiências neurocognitivas (DOGGUI; EL ATIA, 2015). Assim, o consumo de iodo é imprescindível para o bom funcionamento das funções controladas

pelos hormônios tireoidianos, por exemplo.

Ainda em relação a esse mineral, em mulheres grávidas saudáveis, o estoque de iodo, que fica armazenado na tireoide, é capaz de auxiliar em suprir a necessidade corporal que aumenta em cerca de 50%, devido ao aumento do hormônio tireoidiano (RISTIC-MEDIC; GLIBETIC, 2016). Segundo as mesmas autoras, no segundo semestre da gravidez ocorre então o aumento na necessidade de iodo, isto porque, além do iodeto passar facilmente pela placenta, a produção de hormônio tireoidiano fetal aumenta e por consequência a tireoide precisa de uma maior quantidade desse elemento para funcionar adequadamente. Desta maneira, se não for possível através da alimentação obter essa quantidade, deve ser realizado a suplementação de iodo.

O selênio é um nutriente que exerce suas funções através das selenoproteínas, as quais 25 delas constam como existentes no genoma humano, participando de vias anti-inflamatórias e antioxidantes, como por exemplo, a glutationa peroxidase que é capaz de atuar como antioxidante orgânico (REID, 2021). Este oligoelemento cujos efeitos benéficos ou maléficos dependem da quantidade ingerida, foi investigado em uma pesquisa nos Estados Unidos, a qual observou a relação entre o selênio sérico, os níveis de alanina aminotranferase e a prevalência de doença hepática gordurosa não alcóolica, evidenciou que há uma possível relação entre eles quando os níveis de selênio sérico são superiores a 130 µg/L (WANG; SEO; PARK, 2021). Outro estudo realizado com 87 mulheres e seus bebês, na Nova Zelândia, sugeriu que a ingestão subótima de selênio no pós-parto, pode se relacionar com a ansiedade e depressão pós-parto, embora seus resultados ainda tenham sido inconclusivos (JIN et al., 2020). Além disso, deficiências de selênio e iodo podem aparecer concomitantemente, onde o primeiro influencia na deficiência do segundo, respectivamente (RISTIC-MEDIC; GLIBETIC, 2016). Logo, pode-se concluir que, embora seja importante o consumo de variados elementos, as suas quantidades também devem ser ideais, para que não haja nenhum prejuízo há longo prazo.

O ferro, elemento que pode ser encontrado em carnes, peixes, aves e frutos do mar, e em menores quantidades em legumes, frutas e cereais, é necessário em várias funções corporais, entre elas, a principal, é ser o componente essencial da hemoglobina, a qual faz o transporte de oxigênio e gás carbônico no sangue, além de também compor os citocromos, os quais auxiliam na produção de energia, e algumas enzimas do sistema imune (DRAGO, 2017). Ademais, segundo a mesma autora, o ferro, que é absorvido principalmente no duodeno, pode estar presente na forma orgânica e inorgânica e não existem mecanismos para regular sua homeostase, já que a excreção corporal é limitada, assim o controle do equilíbrio desse nutriente ocorre inteiramente no local onde é absorvido.

Durante a gravidez e lactação, diversas modificações ocorrem no corpo e na fisiologia feminina. Entre diversos problemas que podem ocorrer nesse período, a baixa ingestão de cálcio, contribui para alguns como fraturas por compressão vertebral, osteoporose transitória do quadril e hipercalcemia, que embora se desenvolvam de maneiras diferentes,

causam problemas para a mulher e também para o feto podendo gerar, por exemplo, desmineralização óssea (HUANG; CHAKHTOURA; FULEIHAN, 2020). Estudo realizado na África do Sul, Zimbábue e Argentina avaliou mulheres, as quais já tiveram gestações com pré-eclâmpsia ou eclâmpsia e que pretendiam engravidar, buscando demonstrar a relação que poderia haver entre a suplementação de cálcio antes e no início da gravidez, até 20 semanas gestacionais, com a redução de pré-eclâmpsia, no entanto, os dados não foram significativos (HOFMEYR et al., 2019). Esse achado específico, no entanto, não reduz a importância do mineral na dieta, especialmente em períodos de gestação e lactação.

O fósforo inorgânico, o qual faz parte de funções fisiológicas como sinalização celular e agregação de plaquetas, possui uma reserva total de aproximadamente 700 g, em adultos, estando armazenado principalmente no tecido ósseo, e sendo excretado através da urina e fezes, e é encontrado principalmente em proteínas e laticínios, e em pequenas quantidades em frutas e legumes (MOE; DAOUD, 2014). Segundo esses autores, em elevadas concentrações, esse mineral, pode causar hiperfosfatemia, cujas causas principais estão relacionadas com o aumento da absorção intestinal devido a mudanças rápidas de fósforo do meio intracelular para extracelular, diminuição da excreção renal ou liberação celular; ou, em baixas concentrações, hipofosfatemia, cujas causas principais, por sua vez, se relacionam à diminuição da ingestão e absorção de fósforo, perda renal excessiva por conta de problemas tubulares renais ou ainda, hiperparatireoidismo.

O zinco é um mineral que está distribuído pelo corpo, mas em pequenas quantidades, cerca de 1,5 g a 2,5 g (CRUZ; SOARES, 2011). Suas principais fontes alimentares são carnes, queijos, nozes, amêndoas, feijões, castanhas, dentre outros e suas recomendações de ingestão diárias são de 11 mg diárias para homens e 8 mg diárias para mulheres, segundo o mesmo autor. Esse mineral participa de reações químicas que envolvem degradação e síntese de lipídios, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos, participando como constituinte de proteínas e coenzimas que estão envolvidas nessas reações (COZZOLINO, 2009). Uma de suas mais importantes funções fisiológicas está na relação que esse mineral apresenta com o sistema nervoso. O zinco é encontrado em alguns terminais pré-sinápticos do sistema nervoso central e posteriormente é capturado nos botões axonais e liberado na fenda sináptica após a chegada do impulso elétrico auxiliando assim na sinapse (PERSON; BOTTI; FÉRES, 2006). Logo, pode-se inferir que em uma quantidade adequada, esse mineral é capaz de auxiliar no bom funcionamento do sistema nervoso, e por consequência, em todas as atividades que são controladas por ele.

Ainda se tratando do zinco, ele também está relacionado com o sistema antioxidante, sendo componente estrutural e catalítico da enzima superóxido dismutase, conhecida como SOD, e também da enzima superóxido dismutase extracelular, a EC-SOD (CRUZ; SOARES, 2011). A ação de ambas as enzimas se baseia em catalisar reações que atuam sobre as espécies reativas de oxigênio (EROs) transformando-as em peróxido de hidrogênio, que é uma forma menos danosa para as células (KOURY; DONANGELO, 2003). Assim, o zinco

tem papel importante no bom funcionamento do sistema antioxidante, o qual, por sua vez, está relacionado com a manutenção de nossas células e, portanto, grande importância fisiológica.

Velhice

De todas as fases da vida, a velhice é um dos períodos que mais exige atenção, isto porque nessa fase o corpo e todo o organismo passam por processos complexos que influencia nas necessidades nutricionais e alimentação dos idosos (ELMADFA; MEYER, 2020). Ainda, segundo esses autores, recomenda-se uma maior ingestão de nutrientes, evitando uma deficiência deles, devido à diminuição que a absorção intestinal pode sofrer por conta do uso de alguns medicamentos, por exemplo.

Independente da fase da vida, é importante a ingesta de diversos nutrientes. No entanto, com o avanço da idade associado ao metabolismo, que se torna mais lento, há menor aproveitamento do que se é ingerido. Faz-se necessário, assim, que o idoso tenha uma alimentação ampla e equilibrada, com a finalidade de se evitar patologias.

Estudos sugerem que a boa nutrição está associada a mecanismos capazes de impedir doenças que surgem na velhice, isto porque a ingestão de nutrientes variados é uma forma simples de aumentar a longevidade. Em pesquisa realizada com a população idosa, a suplementação de zinco em pessoas que possuíam deficiência deste mineral, por exemplo, foi capaz de reduzir a incidência de infecções e promover melhora do sistema imunológico, havendo aumento na resistência contra organismos patogênicos (PRASAD et al., 2007). A ingestão desse mineral, portanto, é capaz de influenciar na defesa do organismo e, na velhice, quando os indivíduos, se tornam mais susceptíveis a contrair e desenvolver doenças, e essa fonte de nutriente pode ser um dos caminhos para a promoção de saúde.

Alguns sinais clínicos relacionados à saúde bucal e deficiência de nutrientes também podem surgir e se agravar na velhice. Baixos níveis de fluoreto são capazes de diminuir a resistência à cáries dentárias; o cobre pode se gerar uma maior fragilidade tecidual; o ferro pode causar queilite angular, palidez da mucosa bucal e lábios, além de dor e queimação da língua; o fósforo, por sua vez, resulta na má calcificação dos dentes, tornando-a incompleta, e causando maior susceptibilidade à doença periodontal (COELHO, 2004). Problemas dentários, embora sejam comuns entre idosos, podem ser evitados com a ingestão de alimentos variados, que se complementam, garantindo uma saúde bucal de qualidade, a qual por sua vez, impede que outras doenças que começam na boca, se desenvolvam.

Uma das doenças que atingem idosos, atualmente, é conhecida como anorexia do envelhecimento e se relaciona com a baixa ingestão de alimentos e o baixo apetite, causando grande emagrecimento mesmo em indivíduos considerados saudáveis (PANZA et al., 2018). Segundo o mesmo autor, a perda de peso, por sua vez, associa-se com o

prejuízo à musculatura, maior número de quedas, diminuição de massa óssea, funções cognitivas e funcionais reduzidas, além de gerar má cicatrização de feridas e cirurgias.

Uma condição que pode agravar a perda de massa óssea, em idosos, é a fluorese esquelética, doença metabólica crônica caracterizada por excesso de fluoreto no organismo, que acaba sendo tóxico e gera diversas mudanças nas condições ósseas, como osteopenia, além de calcificar ligamentos e causar deformidades (SANTOS et al., 2017).

A doença de Alzheimer é uma patologia caracterizada principalmente por alteração cognitivas e perda de memória, que pode se manifestar em idosos, majoritariamente quando atingem a faixa etária dos 95 anos (ATANASIO; NASCIMENTO; LIRA, 2019). Nesse contexto, a nutrição adequada tem papel essencial, já que pode retardar ou acelerar o processo, isto porque indivíduos que possuem essa enfermidade podem apresentar perda de peso e atrofia no lobo temporal médio, a qual aumenta o gasto de energia e, consequentemente, resulta em complicações como atrofia muscular ou mesmo dependência funcional (NASCIMENTO; COSTA; FREITAS, 2014). Alguns nutrientes, como o selênio quando obtido por fonte dietéticas saudáveis, demonstram uma possível capacidade de prevenção e redução no avanço da doença de Alzheimer, isto porque, assim como é o caso da vitamina C, possui capacidade antioxidante (WEBER et al., 2019).

Outras duas patologias, e as que mais acometem idosos no Brasil, são a hipertensão e o diabetes, que por sua vez aparecem correlacionadas e, são associadas a problemas fisiológicos, bem como a hábitos de vida pouco saudáveis (RIBEIRO et al., 2020). Segundo o mesmo autor, o envelhecimento é responsável pela prevalência de diabetes e hipertensão, no entanto fatores como sedentarismo, tabagismo, dieta rica em sódio, além do histórico familiar, também contribuem para elevados níveis de pressão arterial e índices glicêmicos alterados. Corroborando com esses achados, um estudo, feito em São Paulo, realizado com um grupo composto por 34 idosos hipertensos e sedentários, que começaram a realizar atividade física 2 vezes por semana em sessões de 90 minutos cada, durante três meses, demonstrou que o efeito do programa de exercícios foi capaz de reduzir fatores de risco cardiovascular nesses indivíduos (HORTENCIO et al., 2018). Conclui-se, portanto, que hábitos de vida saudáveis, associados a uma boa alimentação promovem prevenção de danos para os idosos, mesmo que estes, ao longo da vida adulta, não praticassem atividade física. Assim, independentemente da idade, é importante inserir pequenas mudanças na rotina, visando maior bem-estar.

Em meio a várias doenças que podem atingir essa parcela da população, a mais conhecida e com maior destaque, é a osteoporose, doença que se caracteriza por aumento da renovação óssea e, consequentemente, maior fragilidade dos ossos, já que há diminuição de massa óssea (ARCEO-MENDOZA; CARMACHO, 2021). Trata-se de uma doença silenciosa, que não possui sintomas característicos, na qual a desmineralização óssea acontece com o passar dos anos, sendo descoberta, por vezes, somente quando ocorre alguma fratura (HIPÓLITO et al., 2019). Dessa forma, pode-se inferir que, com a

maior fragilidade óssea, há também um maior risco de fraturas, o que associado a outras características da velhice, culmina em inúmeros problemas para essas pessoas.

Ainda em relação à osteoporose, existem vários fatores que influenciam nas perdas ósseas e fraturas nos idosos, são eles: idade avançada, sexo feminino, ser oriental, histórico familiar relacionado à doença, intolerância a lactose (isso porque como citado em parágrafos anteriores, o cálcio, presente em leites e derivados é um dos principais nutrientes presentes nos ossos), desordens osteometabólicas, presença de linfomas, baixa ingestão de cálcio, baixa ingestão de vitamina D, hábitos de vida prejudiciais como fumar ou ser sedentário, além de condições psicológicas como estresse e depressão (YAZBEC; NETO, 2008). Em mulheres na pós-menopausa há aumento da remodelação óssea e diminuição da massa óssea, fatores influenciados pelas mudanças hormonais que acontece nesse período, como a queda brusca nos níveis de estrogênio (RADOMINSKI et al., 2004). Todos esses fatores reforçam que algumas mudanças de hábitos como praticar atividade física, se alimentarem corretamente e também, no caso de doenças psicológicas, praticar atividades que geram prazer e aliviam estresse, são capazes de garantir promoção em saúde. Dessa maneira, cabe também aos profissionais de saúde orientar os pacientes de forma adequada, buscando conscientizá-los a respeito disso.

Muitos resultados do aspecto saúde-doença na velhice são dados pela escolha de hábitos, em especial os nutricionais, que os indivíduos mantiveram durante sua vida. Ademais, vale reforçar que, embora diversas características fisiológicas se tornem comprometidas com o passar dos anos, todas as pessoas idosas podem ser funcionais e assim, ocupar devidamente seu lugar na sociedade. Pesquisa aponta, inclusive, que os idosos, atualmente, possuem mudanças significativas no que diz respeito aos hábitos, relacionamentos e mesmo cuidados com a saúde, quando comparados às gerações anteriores (MARTINELLI; SOUZA, 2019). A velhice não é capaz, e nem deve ser capaz, de impedir que os indivíduos mantenham uma rotina inalterada, mesmo que, algumas vezes, exijam certas adaptações, além de manter bons hábitos, garantindo assim uma vida longínqua e satisfatória.

CONCLUSÃO

Desde criança escuta-se que uma alimentação diversificada é capaz de produzir efeitos no bem-estar, gerar uma vida longínqua e saudável. Através dessa pequena revisão, pode-se comprovar cientificamente que os micronutrientes, quando ingeridos de maneira adequada, são capazes de trazer inúmeros benefícios, sejam eles comportamentais, na infância, ou mesmo na velhice, ajudando na promoção de saúde física, que reflete na saúde mental e emocional.

Embora haja inúmeros estudos que comprovem que os nutrientes agem de maneira efetiva no organismo, ainda se faz necessárias mais pesquisas que demonstrem a interação de alguns deles no corpo humano e como isso é capaz de alterar respostas fisiológicas.

Desse modo, podendo auxiliar em diversas patologias, facilitando o tratamento destas doenças.

Além disso, é de responsabilidade social e educacional, garantir que os indivíduos tenham acesso a essas informações caso ainda não as tenha, e também, que os diversos alimentos, os quais contêm os minerais adequados, cheguem até eles. Assim, podendo gerar maior igualdade e, consequentemente, promoção em saúde coletiva e integral.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. F. M.; MONTEIRO, A. M. Ingestão de alimentos e adequação de nutrientes no final da infância. **Revista de Nutrição,** v. 15, n.3, p. 291-299, set-dez. 2002.

ALPERT, P. T. The Role of Vitamins and Minerals on the Immune System. **Home Health Care Management & Practice,** v. 29, n. 3, p. 199-202, jun. 2017.

ATANASIO, A. P.; NASCIMENTO, K. C. B.; LIRA, S. M. Estado Nutricional de Idosos com Doença de Alzheimer: uma Revisão Sistemática. **CORPVS- Revista dos Cursos da Área da Saúde do Centro Universitário Estácio do Ceará,** v. 1, n. 01. 2019.

ARCEO-MENDOZA, R. M.; CAMACHO, P. M. Postmenopausal Osteoporosis: Latest Guidelines. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America,** v. 50, n. 2, p. 167-178. 2021.

BUZINARO, E. F.; DE ALMEIDA, R. N. A.; MAZETO, G. M. F. D. S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia,** v. 50, n. 5, p. 852–861. 2006.

COELHO, A. K. Nutrição e Saúde Bucal. In **Campostrini E. Odontogeriatria.** Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2004.

COSTELLO, R. B.; ROSANOFF, A. Magnesium. In **Nutrition, Eleventh Edition.** Editora Elsevier, 2020.

COZZOLINO, S. M. F. Deficiências de minerais. **Estudos Avançados,** v. 21, n. 60, p. 119-126, nov. 2007.

CUNHA, K. A.; MAGALHÃES, E. I. S.; LOUREIRO, L. M. R.; SANT'ANA, L. F. R.; RIBEIRO, A. Q.; NOVAES, J. F. Ingestão de cálcio, níveis séricos de vitamina D e obesidade infantil: existe associação?. **Revista Paulista de Pediatria,** v. 33, n.2, p. 222-229. 2015.

CRUZ, F. J. B.; SOARES, F. H. Uma revisão sobre o zinco. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde,** v. 15, n. 1, p. 207-222. 2011.

DOGGUI, R.; EL ATIA, J. Iodine deficiency: Physiological, clinical and epidemiological features, and pre-analytical considerations. **Annales d'Endocrinologie,** v. 76, n. 1, p. 59-66. 2015.

DRAGO, S. R. Minerals. In **Nutraceutical and Functional Food Components.** Editora Elsevier, 2017.

ELMADFA, I.; MEYER, A. L. Nutrition, aging, and requirements in the elderly. In **Nutrition, Eleventh Edition.** Editora Elsevier, 2020.

FELSENFELD, A. J.; LEVINE, B. S. Pathophysiology of Calcium, Phosphorus, and Magnesium in Chronic Kidney Disease. In **Chronic Renal Disease.** Editora Elsevier, 2015.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 25, n. 4, p. 825-827, out-dez. 2005.

HESS, S. Y. Iodine: Physiology, Dietary Sources, and Requirements. In **Encyclopedia of Human Nutrition, Third Edition.** Editora Elsevier, 2013.

HIPÓLITO, V. R. F; FORMIGA, L. M. F.; ARAÚJO, A. K. S.; FEITOSA, L. M. H.; CARVALHO, K. J. S.; CARVALHO, V. P.; ROCHA, L. A.; CARVALHO, D. S. Riscos para o desencadeamento da osteoporose em idosos. Journal of Nursing UFPE online, v. 13, n. 1, p. 148-154, jan. 2019.

HOFMEYR, G. J.; BETRÁN, A. P.; SINGATA-MADLIKI, M.; CORMICK, G.; MUNJANJA, S. P.; FAWCUS, S.; MOSE, S.; HALL, D.; CIGANDA, A.; SEUC, A. H.; LAWRIE, T. A.; BERGEL, E.; ROBERTS, J. M.; DADELSZEN, P.; BELIZÁN, J. M.; and the Calcium and Pre-eclampsia Study Group. Prepregnancy and early pregnancy calcium supplementation among women at high risk of pre-eclampsia: a multicentre, double-blind, randomised, placebo-controlled trial. **The Lancet,** v. 393, n. 10169, p. 330-339, jan. 2019.

HORTENCIO, M. N. S.; SILVA, J. K. S.; ZONTA, M. A.; MELO, C. P. A.; FRANÇA, C. N. Efeitos de exercícios físicos sobre fatores de risco cardiovascular em idosos hipertensos. Revista Brasileira em Promoção da Saúde, v. 31, n. 2, p. 1-9, abri-jun. 2018.

HUANG, Y. H.; ZENG, B. Y.; LI, D. J.; CHENG, Y. S.; CHEN, T. Y.; LIANG, H. Y.; YANG, W. C.; LIN, P. Y.; CHEN, Y. W.; TSENG, P. T.; LIN, C. H. Significantly lower serum and hair magnesium levels in children with attention deficit hyperactivity disorder than controls: A systematic review and meta-analysis. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry,** v. 90, p. 134-141, mar. 2019.

HUHMANN, K. Menses Requires Energy: A Review of How Disordered Eating, Excessive Exercise, and High Stress Lead to Menstrual Irregularities. **Clinical Therapeutics,** v. 42, n. 3, p. 401-407, mar. 2020.

JIN, Y.; COAD, J.; POND, R.; KIM, N.; BROUGH, L. Selenium intake and status of postpartum women and postnatal depression during the first year after childbirth in New Zealand – Mother and Infant Nutrition Investigation (MINI) study. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology,** v. 61. 2020.

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista de Nutrição,** v.16, n.4, p. 433-441, out-dez. 2003.

KOVACS, C. S. Control of Mineral and Skeletal Homeostasis During Pregnancy and Lactation. In **Genetics of Bone Biology and Skeletal Disease, Second Edition.** Editora Elsevier, 2018.

MARTINELLI, C.; SOUZA, A. P. O novo velho: paradigmas, representações sociais e aspectos psicológicos. **Revista Brasileira De Ciências Do Envelhecimento Humano,** v. 16, n. 2. 2019.

MOE, S. M.; DAOUD, J. R. Disorders of Mineral Metabolism: Calcium, Phosphorus, and Magnesium. In **National Kidney Foundation's Primer on Kidney Diseases, Sixth Edition.** Editora Elsevier, 2014.

MOHAMMADIFARD, N.; HUMPHRIES, K. H.; GOTAY, C.; MENA-SÁNCHEZ, G.; SALAS-SALVADÓ, J.; ESMAILLZADEH, A.; IGNASZEWSKI, A.; SARRAFZADEGAN, N. Trace minerals intake: Risks and benefits for cardiovascular health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** , v. 59, n.8. 2019.

NASCIMENTO, N. L.; COSTA, I. H. F; FREITAS, R. M. Nutritional aspects and their influences on the pathophysiology of Alzheimer's disease: A systematic review. **Revista de Ciência Médica,** v. 23, n. 1, p. 33-40. 2014.

PANZA, F.; LOZUPONE, M.; SOLFRIZZI, V.; SARDONE, R.; DIBELLO, V.; DI LENA, L.; D'URSO, F.; STALLONE, R.; PETRUZZI, M.; GIANNELLI, G.; QUARANTA, N; BELLOMO, A.; GRECO, A.; DANIELE, A.; SERIPA, D.; LOGROSCINO, G. Different Cognitive Frailty Models and Health- and Cognitive-related Outcomes in Older Age: From Epidemiology to Prevention. **Journal of Alzheimer's Disease,** v. 62, p. 993-1012. 2018.

PERSON, O. C.; BOTTI, A. S.; FÉRES, M. C. L. C. Repercussões clínicas da deficiência de zinco em

humanos. **Arquivos Médicos do ABC,** v.31, n.1, p. 46-52, jan./jun. 2006.

PRASAD, A. S.; Beck, F. W.; Bao, B.; Fitzgerald, J. T.; Snell, D. C.; Steinberg, J. D.; Cardozo, L. J. Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. **The American Journal of Clinical Nutrition,** v. 85, n. 3, p. 837- 844, mar. 2007.

RADOMINSKI, S. C.; PINTO-NETO, A. M.; MARINHO, R. M.; COSTA- PAIVA, L. H. S.; PEREIRA, F. A. S; URBANETZ, A. A.; FERRARI, A. E. M.; BARACAT, E. S. Osteoporose em Mulheres na Pós Menopausa. **Revista Brasileira de Reumatologia,** v. 44, n. 6, p. 426-434, nov-dez. 2004.

REID, I. R. Nutrition and bone health: the case of selenium. **The Lancet Healthy Longevity,** v.2, n. 4, p. e185- e186, abri. 2021.

RIBEIRO, D. R.; CALIXTO, D. M.; SILVA, L. L.; ALVES, R. P. C. N. A.; SOUZA, L. M. C. Prevalência de Diabetes Mellitus e Hipertensão em Idosos. **Revista Artigos.Com,** v. 14, jan. 2020.

RISTIC-MEDIC, D.; GLIBETIC, M. Iodine: Physiology. In **Encyclopedia of Food and Health.** Editora: Elsevier, 2016.

SANTOS, C. C. L.; BEZERRA, R. M.; OLIVEIRA, A. B. M.; FIGUEIREDO, C. G. G. Fluorese Esquelética em Idosos: uma Revisão Sistemática. In: Congresso Internacional Envelhecimento Humano,

SETHI, A.; PRIYADARSHI, M.; AGARWAL, R. Mineral and bone physiology in the foetus, preterm and full-term neonates. **Seminars in Fetal and Neonatal Medicine,** v. 25, n.1, feb. 2019.

SEVERO, J. S.; MORAIS, J. B. S.; FREITAS, T. E. C.; CRUZ, K. J. C.; OLIVEIRA, A. R. S.; POLTRONIERI, F.; MARREIRO, D. N.. Aspectos Metabólicos e nutricionais do magnésio. **Nutrição Clínica e Dietética Hospitalar,** v. 35, n. 2. 2015.

SKALNY, A. V.; MAZALETSKAYA, A. L.; AJSUVAKOVA, O. P.; BJØRKLUND, G.; SKALNAYA, M. G.; CHAO, J. C-J.; CHERNOVA, L. N.; SHAKIEVA, R. A.; KOPYLOV, P. Y.; SKALNY, A. A.; TINKOV, A. A. Serum zinc, copper, zinc-to-copper ratio, and other essential elements and minerals in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology,** v. 58, mar. 2020.

WANG, X.; SEO, Y. A.; PARK, S. K. Serum selenium and non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in U.S. adults: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011–2016. **Environmental Research,** v.197. 2021.

WEBER, I. T. S.; CONTE, F. A.; BUSNELLO, M. B.; FRANZ, L. B. B. Nutrição e doença de Alzheimer no idoso: Uma Revisão. **Revista Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento,** v. 24, n. 3, p. 45-61. 2019.

YAZBEC, M. A.; NETO, J. F. M. Osteoporose e outras doenças osteometabólicas no idoso. **Einstein,** v. 6, n. 1, p.74-78. 2008.

CAPÍTULO 7

ATUALIZAÇÃO CLÍNICA DA RELAÇÃO ENTRE DOENÇA DE CHAGAS E HÁBITOS ALIMENTARES ENTRE OS ANOS DE 2009 Á 2019

Data de aceite: 01/02/2022
Data da submissão: 15/12/2021.

Karina de Moraes Oliveira
Acadêmica de Medicina do Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína - Tocantins, Brasil
http://lattes.cnpq.br/3159653748149775

Laura Camarota Borges
Acadêmica de Medicina do Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína - Tocantins, Brasil
http://lattes.cnpq.br/8101139879770876

RESUMO: A doença de chagas (DC) constitui um dos principais problemas de saúde da América Latina. Trata-se de uma doença protozoária, causada pelo Trypanosoma cruzi, transmitida através do inseto barbeiro. O presente estudo tem como objetivo avaliar o perfil epidemiológico da doença de chagas no estado do Tocantins, entre os anos de 2009 á 2019, em relação a transmissão oral e hábitos alimentares da população. É um estudo retrospectivo, observacional e descritivo, utilizando-se de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Os critério de inclusão foram os casos notificados de DC no Tocantins, entre 2009 á 2019. As variáveis usadas foram: municípios de notificação, alimentação, idade, sexo, raça, ano/mês, região de saúde e óbitos. Além de artigos e estudos relevantes da base de dados Scielo, PubMed e Lilacs. No período avaliado observou-se que a ocorrência de transmissão do T. Cruzi por meio de alimentos é, portanto, fato comprovado em diferentes modelos experimentais e em observações de seres humanos. O açaí foi o alimento associado ao maior número de casos de DC ocorridos na região Norte nos últimos 10 anos, seja pela contaminação dos frutos ou da própria polpa por meio de dejetos de animais, reservatórios ou de insetos vetores infectados das áreas endêmicas. Diante disso, a contaminação alimentar tornou-se uma forma importante de tranmissão da doença de chagas no Brasil. Tal situação causa preocupação já que quando o parasito entra pela boca ele se torna muito mais grave, podendo representar até 100% do patógeno na corrente sanguínea. Infere-se, portanto, que existem muitos desafios para o Brasil no que se refere á estruturação de ações voltadas para atenção, vigilância, prevenção e controle desta morbidade.
PALAVRAS-CHAVE: Barbeiro. Perfil epidemiológico.Transmissão oral.

CLINICAL UPDATE BETWEEN THE RELATIONSHIP CHAGAS DISEASE AND FOOD HABITS 2009 TO 2019

ABSTRACT: Chagas disease (CD) is one of the main health problems in Latin America. It is a protozoan disease, caused by Trypanosoma cruzi, transmitted through the insect barber. This study aims to assess the epidemiological profile of Chagas disease in the state of Tocantins, between the years 2009 to 2019, in relation to oral transmission and eating habits of the population. It is a retrospective, observational

and descriptive study, using data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN). The inclusion criteria were the notified cases of CD in Tocantins, between 2009 and 2019. The variables used were: municipalities of notification, age, sex, race, year / month, region of health and deaths. In addition to articles and relevant studies from the Scielo, PubMed and Lilacs database. In the evaluated period, it was observed that the occurrence of transmission of T. Cruzi through food is, therefore, a fact proven in different experimental models and in human observations. Açaí was the food associated with the largest number of cases of CD that occurred in the North region in the last 10 years, either by contamination of the fruits or the pulp itself through animal waste, reservoirs or infected vector insects from endemic areas. Therefore, food contamination has become an important form of transmission of Chagas disease in Brazil. Such a situation is cause for concern since when the parasite enters the mouth it becomes much more serious, and may represent up to 100% of the pathogen in the bloodstream. It is inferred, therefore, that there are many challenges for Brazil regarding the structuring of actions aimed at attention, surveillance, prevention and control of this morbidity.
KEYWORDS: Barber. Epidemiological profile. Oral transmission.

1 I INTRODUÇÃO

A doença de Chagas é uma das patologias de mais larga distribuição no continente americano. É conhecida a existência de vetores da doença desde o sul dos Estados Unidos à Argentina. São mais de cem espécies responsáveis pela transmissão natural da infecção pelo *Trypanosoma cruzi*, intervindo diretamente na sua veiculação no ambiente domiciliar ou participando na manutenção da enzootia chagásica. Com isso, estima-se que sejam de 16 a 18 milhões os indivíduos infectados e de aproximadamente oitenta milhões a população em risco de contaminação na América Latina.[1,2,3]

A doença de Chagas é um exemplo típico de uma injúria orgânica resultante das alterações produzidas pelo ser humano ao meio ambiente, das distorções econômicas e das injunções sociais. Dessa forma, sabe-se que o protozoário responsável pela parasitose, *Trypanosoma cruzi*, vivia restrito à situação silvestre, circulando entre mamíferos do ambiente natural, através do inseto vetor ou, também, muito comumente, por via oral (ingestão de vetores e mamíferos infectados).[1,4]

A tripanossomose ou doença de Chagas é resultante de intervenções humanas no meio ambiente. Por meio da destruição de seu habitat, os triatomíneos modificaram seu comportamento passando a habitar casas de pau a pique e local de criação de animais. O *Tripanosoma cruzi* possui um ciclo biológico heteroxênico, tendo assim seu desenvolvimento de diversas formas, uma delas é no Triatoma infestans vetor transmissor da maioria das infecções chagásicas.[1,4]

É fácil perceber que as distorções econômicas influenciam fortemente a distribuição social da parasitose, na medida em que ocorrem deficiências na qualidade de vida do homem interiorano que afeta diretamente sua relação em obter recursos para higiene durante a preparação de determinados alimentos. Historicamente, em toda a América

Latina, essa qualidade já se acha profundamente comprometida, especialmente em relação às condições de moradia (que interessam no caso em particular da domiciliação dos triatomíneos), mas também no que concerne à saúde e à educação, perpetuando inexoráveis ciclos de pobreza/enfermidade. [2,3,4,5,6,7,8]

No Brasil a doença de Chagas continua sendo até hoje um grande problema atingindo cerca de 8 milhões de indivíduos em suas diversas classes sociais, desde construções de casas de barro, ao consumo das fezes do próprio vetor através de sucos, vitaminas, cremes e a polpa de açaí extraída artesanalmente. [2,5,8,9,10]

A transmissão da doença de Chagas por via oral vem apresentando altos índices entre populações de áreas endêmicas (Cone Sul: Brasil e Argentina) e países do norte da América do Sul (norte do Brasil, Bolívia, Colômbia e Venezuela), com grande importância pela sua frequência, dificuldade de controle, falta de reconhecimento e necessidade de novas estratégias de prevenção. A transmissão pela via oral ocorre principalmente por ingestão de material contaminado com triatomíneos infectados ou suas fezes, ingestão de carne crua, ou mal cozida, ou ainda pelas secreções de alguns mamíferos infectados. [2,6,10]

Dois perfis principais de surto são: urbanos e rurais, onde decorre do consumo de açaí semiindustrializado e comercializado refletindo a questão da vigilância sanitária relacionada a segurança alimentar e boas práticas de manipulação de alimentos. E no caso do rural os alimentos sendo elaborados artesanalmente sem os devidos cuidados com a higiene. Dessa forma, o açaí foi o alimento associado ao maior índice de casos de doença de Chagas por meio da contaminação do fruto através de polpa, sucos e vitaminas por meio de dejetos de barbeiros infectados. [2,6]

O açaí foi o alimento associado ao maior número de casos de doença de Chagas ocorridos na região Norte nos últimos 10 anos seja pela contaminação dos frutos ou da própria polpa por meio de dejetos de animais, reservatórios ou de insetos vetores infectados das áreas endêmicas. A contaminação microbiológica se dá através dos substratos propícios ao crescimento dos contaminantes, sendo o fruto não ácido e nem doce e possuindo a polpa espessa e pequena, predominante de regiões tropicais a palmeira do açaí favorece o crescimento de micro-organismos e insetos diante das condições inadequadas durante a colheita e o transporte. [2,6,8,9]

A doença apresenta duas fases: a inicial, muitas vezes assintomática ou oligossintomática, caracterizada pela presença do tripomastigota no sangue do hospedeiro; e a segunda fase que pode perdurar por anos ou décadas, quando há evolução para a forma crônica, que é caracterizada pelo comprometimento dos tecidos cardíaco e/ou digestório do doente, com difícil detecção de parasitos circulantes.[1,6]

Outros fatores que devem ser considerados referem-se à pouca efetividade do congelamento como métodos de controle da transmissão e à excelente adaptação que o parasito demonstrou ao estresse térmico no tratamento combinado a 4ºC e temperatura ambiente, podendo sugerir a viabilidade do parasito em produtos exportados, contribuindo

assim ainda mais para o aumento do número de pessoas com doença de Chagas.[3,6,8]

Em indivíduos cuja doença evolui para a fase crônica, pode haver o aparecimento de problemas cardíacos, megaesôfago e megacólon, porém, entre os sintomas crônicos, o principal é a insuficiência cardíaca, que pode conduzir à morte súbita. As complicações mais severas afetam aproximadamente 30% dos pacientes e causam cerca de 50 a 100 mil mortes por ano. Até o momento, a doença de Chagas não apresenta tratamento quimioterápico efetivo, nem vacina e os poucos medicamentos disponíveis são geralmente tóxicos. [3,6,8]

Quando o parasito entra pela boca ela se torna muito mais grave. Quando comparamos as duas formas de infecção observamos que após a inoculação de parasitos no estômago, cerca de 50% dos animais apresentaram patógenos na corrente sanguínea, mas quando administrados pela boca a infecção chegou a 100%. A taxa de mortalidade por via oral foi bastante relevante nos últimos tempos. [6]

Concomitante, a contaminação alimentar tornou-se uma forma importante de transmissão da doença de Chagas no Brasil, mas o protocolo usado para identificar tais infecções está defasado no sentido de reproduzir o que realmente ocorre no corpo humano. [6,7]

A doença de chagas por ser uma doença que até pouco tempo era exclusisa das populações de extrema pobreza passou a se espalhar por todas as classes sociais devido a descoberta e comercialização do acaí que através do consumo da polpa contaminada e com a má higienização e armazenada de forma inadequada fez com que aumentasse o número da doença de chagas através da contaminação oral por todo país. Com isso, existem muitos desafios para o Brasil no que se refere à estruturação de ações voltadas para atenção, vigilância, prevenção e controle, com vistas a respostas efetivas para toda a sociedade. Desta forma, espera-se que os produtores de polpa alcancem um estágio de produção que garanta a qualidade, a minimização dos riscos de saúde, o valor nutricional e as propriedades sensoriais desse alimento tão desejado na cultura brasileira. [1,3,6,8]

2 | OBJETIVOS

Levantar o perfil epidemiológico dos casos de doença de chagas no Estado do Tocantins entre os anos de 2009 á 2019, correlacionando o número de casos de doença de chagas com raça, sexo e idade, bem como os hábitos alimentares da região na inferencia dos resultados.

3 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo epidemiológico retrospectivo, observacional e descritivo, levantado a partir dos casos de doença de chagas (CID 10 - B57) confirmados e notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponíveis pelo TABNET -

programa que disponibiliza dados em tabelas, produzido pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS) do Ministério da Saúde, ocorridos no Estado do Tocantins, entre os anos de 2009 á 2019.

O foco do estudo se ateve ao Estado do Tocantins, localizado a sudeste da região Norte, com uma área de 277.720.520 km^2, tendo uma população de aproximadamente 1.550 milhão de habitantes - segundo o censo demográfico de 2020 pelo IBGE -, sendo assim, o quarto Estado mais populoso da Região Norte. [6]

Foram incluídos todos os casos de doença de chagas que atenderam ao critério de definição de caso confirmado segundo o Ministério da Saúde. As variáveis estudadas foram: municípios de notificação, modo/local de transmissão, idade, sexo (masculino; feminino), raça (branca; preta; parda); ano/mês, região de saúde, e óbitos. Os dados levantados foram tabulados, avaliados no programa Microsoft Excel 2013 e adaptados do SINAN.

Por serem informações de domínio público, não houve a necessidade de submissão ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Casos e taxa de detecção por ano no Brasil

Durante a análise das tabelas dos casos confirmados de doença de chagas nos municípios do Estado do Tocantins, das fontes de dados mencionadas acima, verificou-se um total de 50 casos entre os anos de 2009 á 2019. Correspondendo a uma incidência de 2 em 2009, 0 em 2010, 17 em 2011, 0 em 2012, 0 em 2013, 2 em 2014, 2 em 2015, 2 em 2016, 0 em 2017, 16 em 2018 e 9 em 2019.

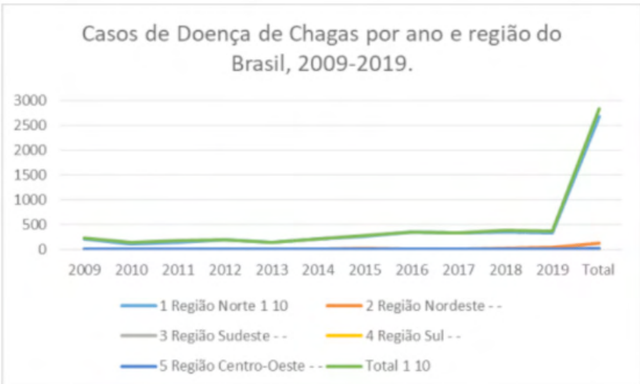


Gráfico 4.1.1- Total de Casos de Doença de Chagas por ano e região do Brasil.

Fonte: Adaptado do SINAN.

A Região Norte com 2.661 casos correspode a 94,3% dos casos no Brasil, que

notificou 2.822 doentes no período em questão. No Estado do Tocantins houve 50 casos, correspondendo a 5,32% do número total de casos do Norte do Brasil, sendo Pará, Amapá e Amazonas com maior porcentagem de casos. Uma análise dos municípios do Tocantins evidenciou que Araguaína e Palmas tiveram o maior número de casos, 23 e 14 respectivamente.

a. Casos segundo ano/mês

Uma análise da relação município/ano de Araguaína mostra que houveram 6 casos em 2011, 2 em 2014, 2 em 2015, 1 em 2016, 4 em 2018 e 8 em 2019. De acordo com o contexto de ano/mês foi possivel perceber que houveram picos de casos nos anos de 2011 e 2018, com 15 e 16 notificações, sendo novembro o mês mais notificado no período em questão.

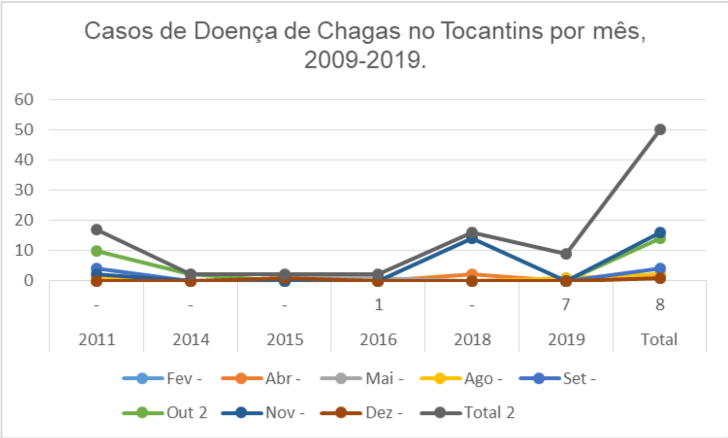


Gráfico 4.2.1 – Total de casos de Doença de Chagas por mês e ano.

Fonte: Adaptado do SINAN.

b. Em relação as regiões de saúde

Fazendo referência as Regiões de Saúde (CIR) de notificação do Tocantins, 17001 Médio Norte Araguaia apresentou 23 casos, 17002 Bico do papagaio 11 casos e 17006 Capim Dourado 15 casos.

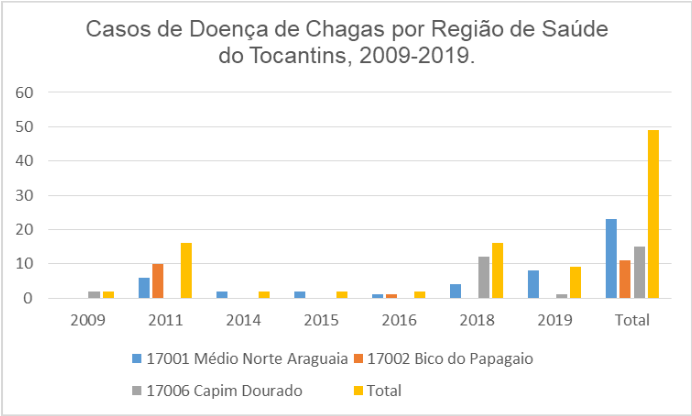


Gráfico 4.3.1 - Total de casos de Doença de Chagas por Região de Saúde do Tocantins.

Fonte: Adaptado do SINAN.

c. Casos com base no ano/faixa etária

Através do estudo dos dados disponíveis no datasus compreende-se que a faixa etária mais efetada no tempo de 2009 a 2019 é 20-59 anos, sendo as extremidades menos notificadas. Araguaína apresentou máxima de 9 casos na faixa etária de 40-59 anos, além disso esse município e também Aparecida do Norte apresentaram 1 caso cada um com menos de 1 de vida nos anos de 2018 e 2019.

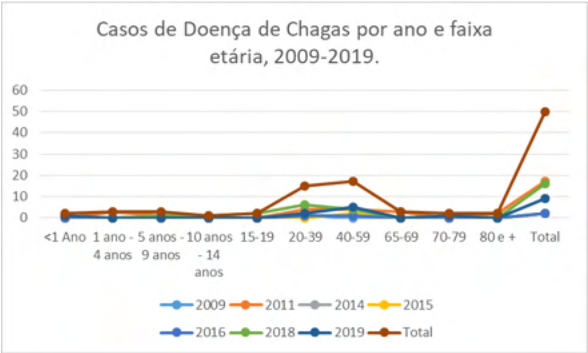


Gráfico 4.4.1 – Total de casos de Doença de Chagas por ano e faixa etária.

Fonte: Adaptado do SINAN.

d. Em relação ao ano /sexo

Os estudos apontam que o sexo mais infectado foi o feminino com 25 casos, e masculino com 21. Nas mulheres a forma mais comum de contamição foi por via oral, com 20 casos na faiza etária de 20-39 anos. Já os homens tiveram 16 casos de infecção por via oral, na faixa etária de 40-59 anos., mas considerando todos os tipos de transmissão foi

observado que é mais comum a faixa etária de 40-59 anos.

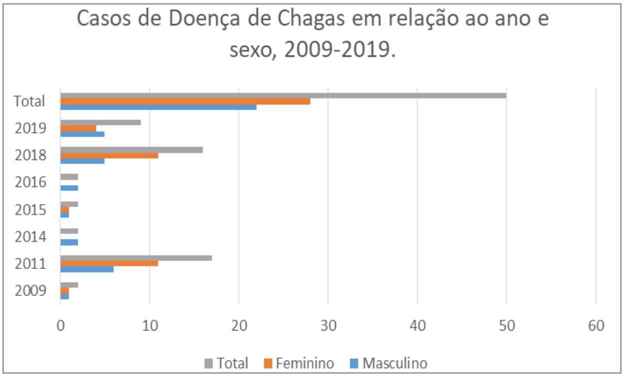


Gráfico 4.5.1 - Total de casos de Doença de Chagas por ano e sexo.

Fonte: Adaptado do SINAN.

e. Casos com base no ano e modo de infecção

A contaminação por via oral/ano evidenciou que houveram 14 casos 2011, 14 em 2018 e 9 em 2019, sendo esses 3 os anos com maiores casos de contaminação através de alimentos infectados em domicílio e/ou outro lugar que não se sabe informar. Considerando infecção por via oral/local é possível analisar que 7 casos não sabe informar onde se contaminou, 25 afirmam domicílio e 7 casos em outra localização., sendo 39 casos, ou seja 78% do total de casos notificados no Tocantins.

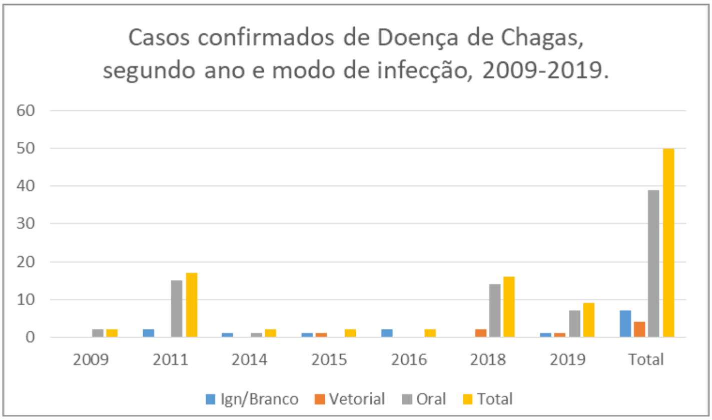


Gráfico 4.6.1 – Total de casos de Doença de Chagas por ano e modo de infecção.

Fonte: Adaptado do SINAN.

f. Casos segundo ano e raça

Foi percebido também que a cor parda se afetou mais com esse comorbidade em questão, sendo a cor parda a mais notificada nos anos de 2018 e 2019, com 15 e 7 casos, na faixa etáruia de 20-59 anos. Porém vale lembrar que em 2011 a cor branca foi mais notificada com 10 casos, e nesse ano 6 casos notificados da cor parda. Além disso, a cor preta foi a menor notificada nesse período.

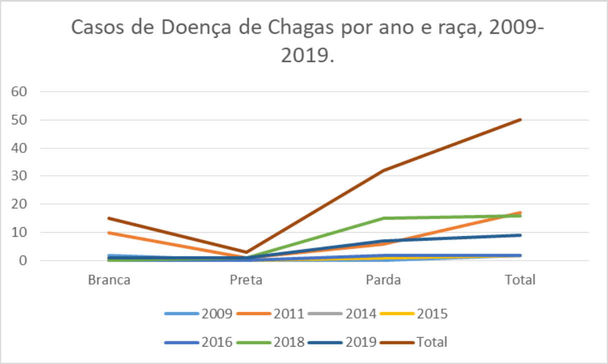


Gráfico 4.7.1 – Total de casos de Doença de Chagas por ano e raça.
Fonte: Adaptado do SINAN.

g. Casos em relação ao ano e evolução

Além disso, foi possível notar que a taxa de óbitos foi baixa no Tocantins, sendo 47 casos vivos e 2 norificações de falecimento por Doença de Chagas no período de 2009-2019.

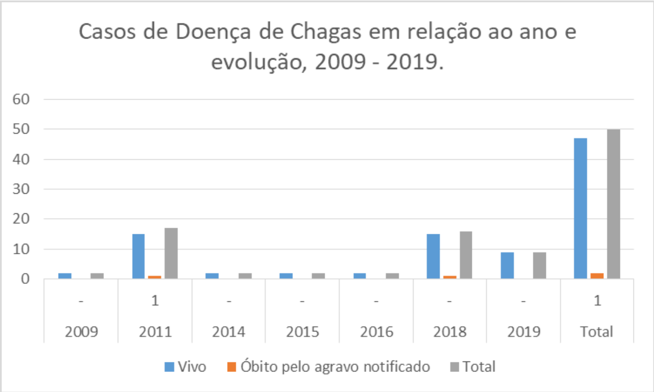


Gráfico 4.8.1 Total de casos de Doença de Chagas por ano e evolução dos casos.

Fonte: Adaptado do SINAN.

5 I CONCLUSÃO

Diante do exposto, observa-se um número significativo de casos de Doença de Chagas na região do Tocantins em comparação com o número de casos do Estado. Tal enfermidade tem inúmeros fatores que contribuem para o seu diagnóstico tardio e aumento crescente. No presente estudo observa-se uma correlação do número de casos acometidos por transmissão via oral e a não fiscalização ideal dos alimentantos possívelmente infectados.

Portanto, é imprescindível que haja investimentos na Atenção Básica e efetivação da promoção de campanhas de conscientização por parte das Equipes da Unidade Básica de Saúde com o intuito de promover prevenção primária; além do rastreio de alimentos que não estão dentro do padrão de regularização; rodas de conversas para orientações e esclarecimentos sobre a doença em questão, suas repercussões e a importância da adesão a prevenção e lavagem adequada dos alimentos. Dessa forma, poderá ser possível uma detecção precoce com tratamento imediato, evitando assim propagação da doença e suas consequências.

REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA FIOCRUZ DE NOTÍCIAS. **Doença de chagas.** Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/doen%c3%a7a-de-chagas.

[2] CARVALHO, G. L. B., et al. Doença e Chagas: Sua transmissão através do consumo de açaí. **Acta de Ciências e Saúde**. Brasília, n.1, p. 1-13. 2018. Disponível em: https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/174.

[3] COSTA, Jane; PACHECO, Raquel S. Doença de Chagas e seus principais vetores no Brasil. **Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio**, 2008. Disponível em: http://chagas.fiocruz.br/wp-content/uploads/2017/08/09-Doen%C3%A7a-de-Chagas-e-seus-principais-vetores-no-Brasil.pdf.

[4] DA SILVA, Luís Roberto et al. Negligência e desafios na saúde coletiva: Análise epidemiológica dos casos de doença de Chagas aguda no Brasil, no período de 2009 a 2018. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 61734-61752, 2020. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/15549.

[5] DIAS, João Carlos Pinto et al. II Consenso Brasileiro em doença de Chagas, 2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 7-86, 2016. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ress/2016.v25nspe./7-86/pt/.

[6] FERREIRA, R. T. B.; BRANQUINHO, M. R.; LEITE, P. C. Transmissão oral da doença de Chagas pelo consumo de açaí: um desafio para a Vigilância Sanitária. **Vigilância Sanitária e/m Debate**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 4-11, 2014. Disponível em: hTtps://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/9712

[7] GALVÃO, Cleber. Vetores da doença de chagas no Brasil. 2014. Disponível em: http://books.scielo.org/id/mw58j.

[8] G1 GLOBO. **Jovem morta com doença de chagas foi contaminada pelo açaí.** Disponível em: http://circuitomt.com.br/editorias/cidades/83129-jovem-morta-com-doenca-de-chagas-foi-contaminada-pelo-acai html.

[9] JURBERG, José et al. Atlas Iconográfico dos triatomíneos do Brasil: vetores da doença de Chagas. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Jurberg/publication/303815217_Atlas_Iconografico_dos_triatomineos_do_Brasil_Vetores_da_doenca_de_Chagas_Distribuidos_gratuitamente_pelo_e-mail_jjurbergiocfiocruzbr/links/5755700608ae0405a5752966/Atlas-Iconografico-dos-triatomineos--do-Brasil-Vetores-da-doenca-de-Chagas-Distribuidos-gratuitamente-pelo-e-mail-jjurbergiocfiocruzbr.pdf.

[10] MOZER, Viníccius Marques Fernandes et al. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE CASOS DA DOENÇA DE CHAGAS AGUDA NO ESTADO DO TOCANTINS: MAPEAMENTO POR MUNICÍPIOS ENTRE 2008 E 2018. **Revista de Patologia do Tocantins**, v. 7, n. 1, p. 22-26, 2020. Disponível em: https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/patologia/article/view/8988. Acesso em: 12 mar. 2021.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), Licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020) pela Universidade Estácio de Sá, MBA executivo em Gestão de Restaurantes (2021), especialização em Segurança Alimentar (2021), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa ''Qualidade de Alimentos''. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de garantia e controle de qualidade dos alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

2

Atena Editora
Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

2

Atena
Editora
Ano 2022